

Aus dem Pathologischen Institut der Universität Marburg
Direktor: Prof. Dr. W. Hort

KOMBINIERTE CORONARANGIOGRAPHISCHE
UND MIKROSKOPISCHE UNTERSUCHUNGEN AN
MENSCHLICHEN HERZKLANZGEFÄSSEN :

- A) Die Lokalisation der stärksten coronarsklerotischen Lumeneinschränkung in den drei großen Coronargefäßen und ihre Beeinflussung durch verschiedene Risikofaktoren
- B) Die Länge des linken Coronarhauptstammes und ihre Abhängigkeit von den Versorgungstypen des Herzens

INAUGURAL-DISSERTATION

zur

Erlangung des Doktorgrades der gesamten Medizin

dem Fachbereich Humanmedizin der
Philipps-Universität Marburg
vorgelegt von

RAINER MOOSDORF

aus Kassel

Marburg 1976

Druck: Görich & Weiershäuser, Marburg

Aus dem Pathologischen Institut der Universität Marburg
Direktor: Prof. Dr. W. Hort

KOMBINIERTE CORONARANGIOGRAPHISCHE
UND MIKROSKOPISCHE UNTERSUCHUNGEN AN
MENSCHLICHEN HERZKRANZGEFÄßEN:

- A) Die Lokalisation der stärksten coronarsklerotischen Lumeneinschränkung in den drei großen Coronargefäßen und ihre Beeinflussung durch verschiedene Risikofaktoren
- B) Die Länge des linken Coronarhauptstammes und ihre Abhängigkeit von den Versorgungstypen des Herzens

INAUGURAL-DISSERTATION

zur

Erlangung des Doktorgrades der gesamten Medizin

dem Fachbereich Humanmedizin der

Philipps-Universität Marburg

vorgelegt von

RAINER MOOSDORF

aus Kassel

Marburg 1976

Druck: Görich & Weiershäuser, Marburg

Angenommen vom Fachbereich Humanmedizin
der Universität Marburg am: 1.10.1976
gedruckt mit Genehmigung des Fachbereichs
Dekan: Prof.Dr. F. Neurath
Referent: Prof.Dr. W. Hort
Correferent: Prof.Dr. H. Kalbfleisch

Die vorliegende Arbeit entstand am Pathologischen Institut der Universität Marburg (Direktor: Prof.Dr.W. Hort) unter Anregung und Anleitung von Prof.Dr. W. Hort, dem hierfür mein besonderer Dank gilt. Bedanken möchte ich mich weiterhin bei allen Mitarbeitern des Instituts, die zu dieser Arbeit hilfreich beigetragen haben, besonders Herr Prof.Dr. H. Kalbfleisch.

Die statistische Auswertung erfolgte unter der Beratung und zum Teil an den Anlagen des Instituts für medizinisch-biologische Statistik und Dokumentation, wobei ich vor allem Herrn Dr. G.W. Himmelmann danken möchte.

Inhaltsverzeichnis

Seite

Erklärung der verwendeten Abkürzungen	1
1. <u>Einleitung</u>	2
1.1. Chirurgische Therapie der coronaren Herzerkrankungen	2
1.2. Zur Lokalisation von coronarsklerotischen Veränderungen	3
1.3. Das Problem der angiographischen Diagnostik	8
1.4. Die Risikofaktoren der Coronarsklerose und ihr Einfluß auf die Lokalisation sklerotischer Läsionen	10
1.4.1. Hypertonie	11
1.4.2. Diabetes mellitus	13
1.4.3. Zigarettenrauchen	14
1.4.4. Hypercholesterinämie	14
1.4.5. Der Einfluß mehrerer Risikofaktoren	15
1.5. Zur Länge des gemeinsamen linken Hauptstammes	15
2. <u>Untersuchungen</u>	18
2.1. Allgemeines zur Methodik	18
2.2. Spezielle eigene Untersuchungen	24
3. <u>Ergebnisse</u>	27
3.1. Daten zum Untersuchungsgut	27
3.2. Lage und Grad der untersuchten Stenosen	30
3.3. Lage und Grad der untersuchten Stenosen unter dem Einfluß von Risikofaktoren	40
3.4. Lumenform, Lumenlage und Häufigkeit unveränderter Intimaresten	50
3.5. Die Länge des linken Hauptstammes bis zur Bifurkation (in Relation zu den Versorgungstypen)	58

4.	<u>Diskussion</u>	66
4.1.	Zur Methodik	66
4.2.	Zu den einzelnen Ergebnissen	68
4.2.1.	Die Verteilung der Stenosen <u>auf</u> die drei Gefäße R, Ld u. Lc	68
4.2.2.	Die Lokalisation der Stenosen <u>in</u> den drei Gefäßen R, Ld u. Lc	69
4.2.3.	Die Größe des Restlumens an der Stelle höchstgradiger Einengung eines Gefäßes	76
4.2.4.	Die Lokalisation coronarsklerotischer Veränderungen unter dem Einfluß verschiedener Risikofaktoren	77
4.2.5.	Die Lumenlage und -form sowie zur Häufigkeit unveränderter Intimaabschnitte	80
4.2.6.	Abschließende Betrachtung	83
4.2.7.	Zur Länge des linken Hauptstammes bis zur Bifurkation und deren Abhängigkeit von den Versorgungstypen des Herzens	85
4.2.7.1.	Konsequenzen aus den gewonnenen Ergebnissen	87
4.2.7.2.	Möglichkeiten einer Erklärung	88
5.	<u>Literaturangaben</u>	
5.1.	Zum Thema der coronarsklerotischen Läsionen	
5.2.	Zum Thema: Länge des linken Hauptstammes	



VERWENDETE ABKÜRZUNGEN

L Hauptstamm der linken Coronararterie bis zu seiner Aufzweigung in den linken umschlingenden und linken absteigenden Ast

Lc Linker umschlingender Ast

Ld Linker absteigender Ast

R Rechte Coronararterie

1. EINLEITUNG:

Die coronaren Herzkrankheiten (CHK) stehen trotz der ständig zunehmenden Zahl von Krebserkrankungen nach wie vor an erster Stelle der Morbiditäts- und Mortalitätsstatistiken der größeren Industrienationen der westlichen Welt.

Im Mittelpunkt des Formenkreises der coronaren Herzkrankheiten steht die Coronarsklerose. Da sie sich durch eine konservative Therapie nicht bessern läßt, gewinnen heute coronarchirurgische Maßnahmen an Bedeutung.

1.1. Zur chirurgischen Therapie

Eine der ersten angewandten Methoden war die einer indirekten Revaskularisation des unversorgten Muskelteils nach VINEBERG. Er rekonstruierte dabei gewissermaßen ein Gefäß, das in der Entwicklungsgeschichte der Wirbeltiere verloren gegangen ist und von der Arteria mammaria interna aus über das sogenannte Herzband von kaudal zur Herzspitze aufstieg (STOLTE): Die Arteria mammaria interna wurde von VINEBERG direkt durch einen Muskeltunnel in die unversorgte Muskelpartie implantiert. Mit der Zeit wurde diese Methode von einer direkten Umgehungsoperation der stenosierten Gefäßabschnitte abgelöst. Ein Stück der Vena saphena wurde vom Sinus Valsalvae aus an der Stenose vorbeigeführt und distal davon mit dem Coronargefäß wieder anastomosiert. Hiermit wurde eine künstliche Kollaterale geschaffen, die einen genügenden Blutfluß zur Peripherie gewährleisten sollte. In neuerer Zeit findet gelegentlich noch eine dritte Methode Anwendung, bei der eine direkte Anastomose

der Arteria mammaria interna mit dem Kranzgefäß durchgeführt wird. (Literatur s. STOLTE).

Um die Indikation zu einer derartigen Operation unter Abschätzung von Risiko und Prognose exakt stellen zu können, ist besonders die genaue Kenntnis der Lokalisation sklerotische Polster notwendig.

1.2. Zur Lokalisation von coronarsklerotischen Veränderungen:

Die ersten Untersuchungen zur Lokalisation coronarsklerotischer Veränderungen innerhalb der einzelnen Gefäße entstammen einer Zeit, in der coronarchirurgische Eingriffe noch gar nicht durchgeführt wurden. Sie waren Bestandteil systematischer Untersuchungen über die Coronarsklerose, so in der Arbeit von K. WOLKOFF aus dem Jahre 1929.

Sie kam zu folgenden Ergebnissen:

Coronarsklerotische Prozesse beginnen meist in der linken absteigenden Kranzarterie. Lipoidflecke als früheste Anzeichen finden sich schon bei Kindern im Alter zwischen 9 und 15 Jahren. Dieses Gefäß bleibt auch in der weiteren Entwicklung der Coronarsklerose am schwersten betroffen, rechte und linke umschlingende Arterie folgen später und mit geringeren Veränderungen nach. Die Läsionen nehmen ihren Ausgang von den proximalen Abschnitten der Coronararterien, bevorzugt sind die Abgangsstellen größerer Gefäße, später schreiten die Prozesse, in allen Größen ähnlich, in die Peripherie hin fort, ohne daß in diesem Stadium Unterschiede zwischen den drei Gefäßen festgestellt werden könnten.

1938 leitete SCHLESINGER mit einer neuen Untersuchungs-

methode eine Reihe weiterer Untersuchungen auf diesem Gebiet ein. Seine "injection plus dissection method" stellt eine kombinierte Beurteilung coronarsklerotischer Veränderungen an Hand des postmortalen Coronarangiogrammes (injection) und an Hand der Beurteilung von Gefäßsegmenten (dissection) dar. 1941 veröffentlichten SCHLESINGER und ZOLL die Ergebnisse von 400 Untersuchungen mit dieser Methode: Rechte und linke absteigende Kranzarterie waren etwa gleich häufig von sklerotischen Prozessen betroffen, bei der linken umschlingenden fanden sie sich aber deutlich seltener. Angaben über den Grad der Stenose wurden von ihnen nicht gemacht. Zwei Drittel aller Stenosen waren in den Hauptstämmen lokalisiert, nur ein Drittel in den davon abgehenden Hauptästen, dabei fanden sich bei den Hauptstämmen und ihren Hauptästen zwei Drittel der Stenosen innerhalb der ersten vier Zentimeter Entfernung vom Aortenostium. Es zeigte sich allerdings bei der rechten Kranzarterie ein zweiter Häufigkeitsgipfel in einer Entfernung von 8-9 cm. Unterschiede in Abhängigkeit von Geschlecht oder Versorgungstyp (s.K. 4.2.7.) stellten sich nicht heraus (SCHLESINGER und ZOLL 1941). Die Untersuchungen wurden 1949 durch eine zweite Serie ergänzt und das Verteilungsmuster dabei präzisiert: Die Stenosen befanden sich viermal häufiger in den ersten vier Zentimetern der Hauptstämme als in den Hauptästen und in den distalen Abschnitten der Hauptstämme noch doppelt so häufig wie in den Hauptästen (SCHLESINGER und ZOLL 1949). Eine Untersuchung, die sich direkt auf die Ergebnisse von SCHLESINGER bezieht, ist jene von RODRIGUEZ u. Mb. (1964). Im Wesentlichen konnten sie bei Verwendung der gleichen Methode dessen Ergebnisse dabei bestätigen. Abweichungen fanden sich nur in den Anteilen von Hauptstämmen und -ästen an der Gesamtzahl der Stenosen:

Das Verhältnis von Läsionen innerhalb der ersten vier Zentimeter der Hauptstämme zu jenen innerhalb der davon abgehenden Hauptäste betrug bei ihnen nur 3:2, von Läsionen innerhalb der folgenden distalen Abschnitte der Hauptstämme zu jenen innerhalb aller Hauptäste sogar 1:2.

RODRIGUEZ u.Mb führten ihre Untersuchungen an zwei gleich großen Gruppen durch, wobei sie einmal die erwähnte Methode von SCHLESINGER, bei der zweiten Kontrollgruppe jedoch nur die übliche, bei Sektionen routinemäßig durchgeführte Untersuchung einsetzten. Es fand sich beim Vergleich der Ergebnisse eine 3 1/2 mal größere Zahl von Stenosen und eine 2 1/2 mal größere Zahl betroffener Herzen in der "injection plus dissection Gruppe", wodurch doch eine größere Zuverlässigkeit dieser Methode angenommen werden kann.

Auch die Untersuchungen von PITT, ZOLL und BLUMGART (1963) gehören in diese Reihe. Da die Autoren sich mit der Indikation zur Endarteriektomie befaßten, berücksichtigten sie allerdings nur Gefäßverschlüsse, von denen sich 38% in der linken absteigenden, 35% in der rechten und 28% in den linken umschlingenden Kranzarterie befanden. 50% lagen innerhalb der ersten drei, 70% innerhalb der ersten vier Zentimeter der Gefäße. Bei den verschiedenen Versorgungstypen (s.K. 4.2.7.) zeigten sich keine Unterschiede. Eine von BLUMGART und ZOLL veröffentlichte Arbeit zum Thema Bypass-Chirurgie (1973) bestätigt diese und damit auch die bisher aufgeführten Ergebnisse.

VLODAVER u.Mb. befaßten sich in zwei Arbeiten besonders mit der unterschiedlichen Lokalisation von Stenosen jeglichen Grades in der linken Coronararterie. Sie teilten dazu rechten und linken umschlingenden Ast in ein anteriores und mittleres Segment, sowie je nach Abgang des hinteren absteigenden Astes noch in ein distales Segment ein, beim linken absteigenden Ast wurden nur eine proximale und

distale Hälfte unterschieden. Für die rechte Kranzarterie fanden sie bei 43 von 50 Fällen eine Mitbeteiligung des mittleren Segments, wobei in 26 Fällen die Veränderung bis weit in distale Anteile dieses Segments reichten.

Nur in 11 Fällen fand sich eine ausschließliche Beteiligung des proximalen Segments. Bei der linken absteigenden Arterie waren von 42 Fällen bei 32 die Stenosen allein auf die proximale Segment beschränkt, bei der linken umschlingenden waren es 22 von 33.

MONTENEGRO und EGGEN beschreiben dementsprechend für die rechte Arterie nach einem ersten Häufigkeitsgipfel bei 2-3 Zentimeter einen zweiten, etwas geringeren bei 8-10 Zentimetern, während die Häufigkeit von Stenosen im linken absteigenden Ast nach einem raschen Anstieg bei 1-2 Zentimeter bei 7-8 Zentimeter ebenso rasch wieder abfällt. Beim linken umschlingenden Ast nimmt die Häufigkeit sogar schon bei 6-7 Zentimeter deutlich ab, ein Wiederanstieg konnte in beiden Fällen nicht beobachtet werden. Als mögliche Erklärung bietet auch MONTENEGRO den Einfluß von Strömungsunterschieden an, wobei er, wie schon Frau WOLKOFF, die Abgänge größerer Gefäße, so die Bifurkation von L in Ld und Lc, als besondere Prädispositionsstellen hervorhebt. Auch BAROLDI greift in seiner Untersuchung (1974) diese Theorie auf. Bei seinen Untersuchungen zur Lokalisation von Stenosen berücksichtigte er zusätzlich den Stenosegrad (die angegebenen Prozentwerte beziehen sich auf die lineare Einschränkung des Lumen-durchmessers). Allgemein findet er eine größte Beteiligung der proximalen Anteile bei allen drei Gefäßen mit einer deutlichen Abnahme zur Peripherie hin. Betrachtet man nur die Stenosen mit einer Lumeneinengung von mehr als 80% und deren Häufigkeit in der distalen

Gefäßhälfte, so beträgt diese bei der rechten Kranzarterie 30% gegenüber 18% in der linken absteigenden und 10% in der linken umschlingenden. Bei Betrachtung aller gefundenen Stenosen ohne Berücksichtigung der Lumeneinengung verwischt sich dieser Unterschied jedoch, die distale Hälfte der rechten Arterie ist hier nur in 41% beteiligt gegenüber 39% bei der linken absteigenden und 51% bei der linken umschlingenden.

In der Arbeit von BERGER und STARY (1971) zum Thema der Operabilität mit einem Saphena-Bypass, die nur Stenosen mit einer Lumeneinengung von mehr als 50% (linear!) ausgewertet haben, finden sich zu dieser Frage folgende Angaben: Bei der linken absteigenden Arterie liegen 53% im ersten Drittel, 38% im zweiten und 9% im dritten, bei der linken umschlingenden sind es im ersten 43%, im zweiten ebenfalls 43% und im dritten 15%. Hingegen finden sich bei der rechten Coronararterie nur 26% im ersten Drittel, aber 41% im zweiten und noch 33% im dritten. Auch unter Berücksichtigung des Schweregrades ergeben sich ähnliche Befunde.

Die weiteren Arbeiten zu diesem Thema sollen nur noch kurz erwähnt werden, ihre Ergebnisse decken sich meist mit den vorher zitierten. So beschreiben MITCHELL, LE CAPON u.Mb., KURLAND u.Mb. und HALPERT u.Mb. eine vorherrschende Beteiligung der linken absteigenden Kranzarterie bei sklerotischen Prozessen, wobei PROUDFIT u. Mb. zusätzlich bemerken, daß diese Beteiligung sich mit dem Grad der Stenose verändert. Es finden sich nach PROUDFIT u.Mb. leichtere Stenosen häufiger in der linken umschlingenden Arterie, mittelgradige öfter im linken absteigenden und hochgradige meist in der rechten Arterie. HALLERMANN betont in

seiner Arbeit besonders eine Beteiligung des Anfangsteils der rechten Arterie, sie beruht jedoch mehr auf Schätzungen, meist bei thrombotischen Verschlüssen.

Zum Abschluß soll noch die Arbeit von BARMAYER erwähnt werden, der sich ebenfalls mit dem Thema der Operabilität beschäftigte: Er fand nur 9 Herzen mit einer isolierten Stenose, hingegen 4 mit einer diffusen Sklerose einer Arterie, 22 mit multiplen Stenosen mehrerer Gefäße und 77 mit einer diffus stenosierenden Arteriosklerose aller drei Äste. Damit bliebe die überwiegende Mehrheit von einer Operation ausgeschlossen. Dies steht in deutlichem Gegensatz zu BERGER und STARY, die trotz der häufigen Beteiligung des distalen Drittels gerade der rechten Arterie die Anastomosenmöglichkeiten in den meisten Fällen als ausreichend bezeichneten.

Diese Frage bedarf sicherlich noch weiterer Abklärung, denn die Meinungen liegen hier noch weit voneinander entfernt.

1.3. Zum Problem der angiographischen Diagnostik:

Im Zusammenhang mit den eingangs beschriebenen Operationen an den Herzkranzgefäßen hat die intravitale Coronarangiographie eine entscheidende Bedeutung erhalten. Indikation und auch Prognose derartiger Eingriffe sind abhängig von einer exakten präoperativen Diagnostik. So ist es verständlich, daß eine Reihe von Autoren sich besonders mit der Coronarangiographie und ihren Fehlermöglichkeiten befaßt hat, um so mehr, da man heute weiß, daß ein großer Teil therapeutischer Mißerfolge primär auf einer fehlerhaften Diagnostik beruht.

Besonders die unterschiedlichen Lumenformen bergen bei ungünstiger Projektion die Möglichkeit erheblicher Fehleinschätzungen. VLODAVER und EDWARDS haben dazu bei 200 Herzen die Lumenform in den stenosierten Gefäßbereichen untersucht. Sie unterscheiden dabei konzentrische, polymorph exzentrische und schlitzförmig exzentrische Formen. Es fanden sich 30,5% in der ersten Gruppe, 40,5% in der zweiten und 29% wiesen ein schlitzförmig exzentrisches Lumen auf. In Bezug auf die drei Äste ergab sich kein Unterschied.

Von Bedeutung ist bei diesem Ergebnis vor allem der verhältnismäßig große Anteil schlitzförmiger Lumina, die bei der angiographischen Beurteilung meist zu Fehlern Anlaß geben, da sie in einer Projektion unter Umständen ein völlig unverändertes Lumen vortäuschen können, zumal sich innerhalb eines atheromatösen Polsters die Lumenform fortlaufend ändern kann. In einer weiteren Untersuchung werden diese Ergebnisse noch einmal bestätigt (VLODAVER u.Mb.). Gleichzeitig wird darin ein zweites Problem angesprochen, auf das auch GRONDIN u.Mb. schon hingewiesen hatten, nämlich die Möglichkeit bei der Beurteilung des veränderten Abschnitts im Vergleich mit dem angrenzenden Teil unter Umständen zu einer Fehleinschätzung zu gelangen, da auch dieser Teil schon ein eingeschränktes Lumen aufweisen kann. Es wäre also demnach notwendig, an Hand unveränderter Angiogramme Jugendlicher unter Berücksichtigung von Versorgungstyp und Herzgröße eine Art Normalwerttabelle zu erstellen, um krankhafte Befunde damit vergleichen zu können (GRONDIN u.Mb.).

GRONDIN u.Mb. verglichen bei ihren Untersuchungen intravitale Coronarangiogramme und postmortale Befunde

einer Reihe von Fällen, bei denen zwischen beiden Untersuchungen ein Zwischenraum von weniger als einem Monat lag, um etwaige zeitliche bedingte Veränderungen auszuschließen. Bei einer groben Übereinstimmung der Befunde erwies sich doch bei einer Reihe von Herzen die intravitale Einschätzung der sklerotischen Veränderungen als zu gering. Diese Ergebnisse decken sich mit jenen, die im Vergleich von postmortaler Coronarangiographie und anschließender Untersuchung der Gefäßsegmente gewonnen wurden. Neben den schon oben besprochenen Fehlerquellen ist hierfür sicherlich auch die oft unvermeidliche Überlagerung von Gefäßen in verschiedenen Projektionen verantwortlich. Auch der Injektionsdruck kann unter Umständen zu einer Maskierung kleinerer Engen beitragen, wogegen histologische Bearbeitungsverfahren nach Meinung der genannten Autoren kaum einen Einfluß auf die gefundenen Unterschiede etwa zwischen Angiogrammen und histologischen Schnitten haben.

1.4. Zu den Risikofaktoren der Coronarsklerose und ihrem Einfluß auf die Lokalisation sklerotischer Läsionen:

Auf der Suche nach ätiologischen Faktoren, die eine Coronarsklerose induzieren oder wenigstens begünstigen können, haben sich in letzter Zeit besonders vier als bedeutungsvoll erwiesen:

Die Hypertonie, die Hypercholesterinämie, der Diabetes mellitus und das Zigarettenrauchen. In verschiedensten Studien wurde seither der quantitative und qualitative Einfluß dieser Faktoren untersucht. (Ausführliche Literatur zu diesem Thema siehe bei HORT und NAUTH).

Die folgende Zusammenstellung befaßt sich hauptsächlich mit dem Einfluß dieser Risikofaktoren auf die Topographie sklerotischer Veränderungen innerhalb der einzelnen Gefäße.

1.4.1. Hypertonie

Der fördernde Einfluß der Hypertonie auf die Coronarsklerose ist inzwischen unbestritten, wobei noch keine Einigkeit besteht, ob einer Erhöhung des systolischen oder des diastolischen Druckes die größere Bedeutung zukommt. Mehrfach ist auch die Lokalisation der Stenosen bei Hypertonie untersucht worden. BÄURLE beschrieb in 9 von 11 untersuchten Fällen mit einer ausgeprägten Hypertonie eine erhebliche Coronarsklerose, die bis weit in die Peripherie reichte. 6 mal war die Stenosierung in den peripheren Abschnitten stärker ausgeprägt als in den proximalen, zweimal fand sich eine gleich starke Lichtungseinengung in den mittleren und peripheren Anteilen, wobei aber auch hier die proximalen Partien deutlich weniger betroffen waren. Wesentliche Unterschiede im Verhalten der drei Hauptstämme wurden vermißt. Zu ähnlichen Ergebnissen kamen SCHIMKAT und KATHKE bei einer Reihe von 13 Fällen mit genuiner und 6 Fällen mit renaler Hypertonie. Sie fanden ebenfalls eine Betonung der Peripherie, ohne daß sich die drei Gefäße dabei unterschieden. Bei renaler Hypertonie zeigten sich allerdings etwas geringere Veränderungen. Interessant ist die Beobachtung, daß sich in der Peripherie zusätzlich häufig multiple thrombische Verschlüsse kleinerer Arterien fanden.

Zu den Untersuchungen von SCHIMKAT und KATHKE sollen noch ein paar kritische Anmerkungen folgen: Die sehr genauen Untersuchungsmethoden lassen für jeden einzelnen untersuchten Fall exakte Aussagen zu, bei den geringen Fallzahlen ist jedoch eine Allgemeingültigkeit fraglich, zumal innerhalb der einzelnen Gruppen noch größere Unterschiede bezüglich des Alters und der Dauer der Hypertonie bestehen. Die Angaben zur Hypertonie entstammen den Krankenblättern der Klinik. Aus heutiger Sicht erscheint es zudem problematisch, daß damals nur die Hypertonie als alleiniger Risikofaktor berücksichtigt werden konnte.

Ähnliche Einschränkungen gelten für die Untersuchungen von RASSON und VAN DER STRAETEN, die an Hand von postmortalen coronarangiographischen Studien zu gleichen Befunden wie die vorher zitierten Autoren kommen: "So übt die Hypertonie ihren schlechten Einfluß besonders auf die distalen Segmente der Coronargefäße aus und begünstigt damit das Auftreten atheromatöser Stenosierungen in einem Teil des Gefäßbaumes, der bei Normotonikern weniger betroffen ist ... und so findet man bei Hypertonikern gehäuft Myokardinfarkte ohne proximalen Gefäßverschluß, - eine Erscheinung, die sich, abgesehen von Rekanalisationen, aus dem schlechten Zustand der distalen Gefäßabschnitte erklärt".

RASSON und VAN DER STRAETEN haben sich zwar sehr bemüht, Blutdruckergebnisse auszuschließen, die durch momentane äußere Umstände bedingt sein konnten, lassen aber ebenfalls mögliche weitere Risikofaktoren außer acht, so daß auch bei ihren Ergebnissen der Einfluß weiterer Faktoren nicht ausgeschlossen werden kann. Außerdem beschränken sie sich auf postmortale, coro-

narangiographische Studien, die in ihrer Genauigkeit doch hinter der erwähnten kombinierten Methode zurückbleiben (s.o.).

Auch LIEBEGOTT hat in seinen Arbeiten wiederholt darauf hingewiesen, daß die Arteriosklerose bei Hypertonie nicht auf die großen subepikardialen Äste beschränkt bleibt, sondern auch die intramuralen Arteriolen mit befällt, möglicherweise sogar von ihnen ihren Ursprung nimmt und erst dann nach proximal fortschreitet.

Gleiche Beobachtungen machten TAKEUCHI u.Mb. bei experimentellen Untersuchungen an Kaninchen. Eine zwanglose Übertragung auf menschliche Verhältnisse wird jedoch von ihnen selbst in Frage gestellt.

WEGENER u.Mb. beschränken sich bei ihrer Untersuchung über den Einfluß der Hypertonie und des Diabetes mellitus auf die Topographie der Coronarsklerose nur auf den proximalen Anteil des Ramus descendens anterior und können in diesem Bereich bei Beobachtung nur sehr weniger Fälle keinen signifikanten Einfluß feststellen.

Der Aussagewert dieser Arbeit leidet darunter, daß die distalen Gefäßabschnitte und weitere Risikofaktoren nicht mitberücksichtigt worden sind.

Zu den Autoren, die einen Einfluß der Hypertonie vermissen, zählt auch AMMON in einer früheren Arbeit.

1.4.2. Diabetes mellitus:

Im Gegensatz zur Hypertonie ist der Einfluß des Diabetes mellitus auf die Lokalisation sklerotischer Läsionen bisher kaum untersucht und es kann nur auf die negativen Ergebnisse von WEGENER u.Mb. verwiesen

werden mit allen schon oben für die Hypertonie genannten Einschränkungen.

LIEBEGOTT fand in seiner oben zitierten Arbeit über die Hypertonie bei einer großen Zahl von Patienten gleichzeitig Angaben über einen zumindest latenten Diabetes. In Übereinstimmung mit anderen Autoren nimmt er einen Anteil von etwa 66% Diabetikern an der Gruppe der Hypertoniker an. Dieser Zusammenhang erklärt sich für LIEBEGOTT folgendermaßen: Im Rahmen einer schweren Hypertonie kommt es neben anderen Organen auch im Pankreas zu arterio-arteriolosklerotischen Gefäßveränderungen, die auch den Inselapparat befallen. Daraus folgt eine diffuse Pankreasfibrose mit multiplen Inselzellnekrosen. Die häufige Koinzidenz von Hypertonie und Diabetes mellitus kann damit sicher eine gewisse Erklärung finden, leider fehlen bei LIEBEGOTT Angaben darüber, ob die Lokalisation der Coronarsklerose bei Diabetes ein ähnliches Muster zeigt wie bei der Hypertonie, wie es nach seiner Vermutung zu erwarten wäre, oder ob doch ein eigenes Verhalten ausgeprägt ist.

1.4.3. Zigarettenrauchen:

Während ein Zusammenhang zwischen Zigarettenkonsum und Ausbildung einer Coronarsklerose kaum noch in Frage gestellt wird, finden sich bezüglich der Topographie bisher keine Literaturangaben.

1.4.4. Hypercholesterinämie:

Gleiches gilt auch für die Hypercholesterinämie, bei der allerdings auch die Diskussion über ihren Einfluß noch nicht abgeschlossen ist.

1.4.5. Der Einfluß mehrerer Risikofaktoren:

Ist der eskalierende Effekt einer zunehmenden Zahl von Risikofaktoren bekannt, wenngleich er oft überschätzt wird, (s. W.HORT und H.F.NAETH), so existieren bisher keine Angaben über den Einfluß einer unterschiedlichen Zahl von Risikofaktoren auf die Lokalisation arteriosklerotischer Veränderungen innerhalb des Coronargefäßsystems.

1.5. Zur Länge des gemeinsamen linken Hauptstammes:

Abschließend soll ein Thema angesprochen werden, das erst in letzter Zeit, ebenfalls im Zusammenhang mit herzchirurgischen Eingriffen, an Bedeutung und an Aufmerksamkeit gewonnen hat und ebenfalls in den Rahmen dieser Arbeit über die Coronargefäße gehört. Bei Operationen an der Aortenklappe ist es meist notwendig, den Kranzgefäßen über spezielle Perfusionskatheter Blut zuzuführen. Dabei zeigten sich in einigen Fällen intra- oder postoperativ in umschriebenen Muskelabschnitten Anzeichen einer arteriellen Minderdurchblutung mit Einzelzellnekrosen bis zu umschriebenen Infarkten. In diesen Fällen führte der ein Stück über das Ostium vorgeschobene Katheter in der linken Kranzarterie, bei einem sehr kurzen gemeinsamen Hauptstamm, zu einer selektiven Perfusion des linken absteigenden Astes, wobei er gleichzeitig den linken umschlingenden Ast verlegte. Eine Reihe von Autoren hat sich daraufhin mit der Länge dieses Gefäßteils beschäftigt.

HELWING fand bei seinen Untersuchungen eine durchschnittliche Länge des gemeinsamen Anfangsteils von 8,8 mm, 55% seiner Werte befanden sich in einem Bereich von 1 cm vom Ostium, 20% in einem Bereich bis

zu 0,5 cm bei einer Maximallänge von 2,3 cm. Eine Abhängigkeit von Alter und Geschlecht oder Herzgewicht bestand nicht. Zu etwa gleichen Ergebnissen kamen auch JAMES und GREEN u.Mb. Letztere haben hierzu bei 50 Gefäßen nach Längsinzision die Länge bis zur Bifurkation gemessen. Dabei wiesen 48% eine Länge von 1 cm oder weniger, 24% von 0,5 cm oder weniger auf. Die von FOX u.Mb. gefundenen Werte weichen davon etwas ab: Sie untersuchten 100 Herzen an Hand von Cineangiogrammen und 100 postmortal nach Formalinfixierung zum Vergleich zur ersten Gruppe. So fanden sie in jener ersten Gruppe 36% mit einer Länge von weniger als 6 mm und 5% mit einer Länge von mehr als 2 cm. Der Durchschnitt lag bei 9,5 mm. Bei der zweiten Gruppe fand sich bei 10% eine unmittelbare Aufteilung nach dem Ostium. 73% wiesen eine Länge von weniger als 6 mm auf und nur 3% überschritten 1 cm. Eine besondere Beobachtung machten KRONZON u.Mb. bei ihren Untersuchungen zu diesem Thema. Sie verglichen die ermittelte Länge von L mit dem jeweiligen Versorgungstyp des Herzens (Einteilung nach SCHLESINGER und ZOLL s.K. 4.2.7.). An Hand von 10 Linksversorgungstypen, 87 Rechtsversorgungstypen und 3 balancierten Typen zeigten sie, daß bei einem Linksversorgungstyp L mit 3,1 mm deutlich kürzer ist als bei einem Rechtsversorgungstyp mit durchschnittlich 11,6 mm. Weitere Angaben zu diesen Befunden fehlen bisher in der Literatur. Die Ergebnisse KRONZONS u.Mb. sind von den Werten her eindeutig, die Zuordnung zu den einzelnen Versorgungstypen ist dagegen nicht so einleuchtend. Dies liegt teilweise an der von SCHLESINGER und ZOLL definierten Einteilung, die im Bezug zur Praxis einige Schwächen aufweist (s.K. 4.2.7.), andererseits ist aber auch nicht ganz einzusehen,

warum sie bei der Endauswertung die drei balancierten Fälle ebenfalls den Rechtsversorgungstypen zuordnen und so an Stelle der ursprünglichen drei Gruppen nur noch zwei mit 90 : 7 Fällen vergleichen.

Als Erklärung für ihre Ergebnisse weisen KRONZON u.Mb. auf eine mögliche frühembryonale, gemeinsame Determination dieser beiden Merkmale hin. In diesem Zusammenhang sollte noch eine Beobachtung von JAMES erwähnt werden, der in einem seiner Fälle einen getrennten Abgang von Ld und Lc aus dem Sinus coronarius vorfand.

2. EIGENE UNTERSUCHUNGEN

2.1. Allgemeines zur Methodik:

Die eigenen Untersuchungen wurden an einer Reihe von 320 Herzen durchgeführt, die Sektionen der Jahre 1972, 73 und 74 im Pathologischen Institut der Universität Marburg/Lahn entstammen und die im Rahmen eines Coronarprogrammes eingehend untersucht wurden. Eine Selektion bezüglich verschiedener Alters- oder Krankheitsgruppen fand dabei nicht statt, allerdings wurden möglichst alle Herzen, bei denen eine coronare Herzkrankheit bekannt oder bei der Sektion festgestellt worden war, in die Serie mit einbezogen. Die Methodik der weiteren Aufbereitung entsprach zum Teil jener, die 1938 erstmals von SCHLESINGER als "injection plus dissection method" beschrieben wurde. Dabei waren einige Modifikationen notwendig:

2.1.1. Der erste Schritt ist die angiographische Darstellung der Coronargefäße. Dazu werden beide Kammern locker von innen ausgestopft und der Sinus Valsalvae nach oben, gegen den Aortenstumpf, und nach unten, gegen die linke Kammer, mit zwei Gummistopfen abgedichtet. Durch eine Bohrung im oberen Stopfen wird das Kontrastmittel, ein Bariumsulfat-Gelatine Gemisch, in erwärmtem Zustand und unter einem Druck von 100 mm Hg injiziert. Es erstarrt unter Abkühlung auf Zimmertemperatur in den Gefäßen. Der ursprünglich von SCHLESINGER verwendete Druck von 200 mm Hg wurde auf den Wert von 100 mm Hg herabgemindert, da ein Mitteldruck von 100 mm Hg den intravitalen Werten näher liegt und damit die Möglichkeit artefizieller Unter-

schiede zwischen klinischen und postmortalen Befunden verringert wird.

Von den so präparierten Herzen wurden Röntgenaufnahmen in zwei Ebenen, anterior-posterior und seitlich, angefertigt (s.Abb. 1)



Abb. 1 zeigt die a-p Röntgenaufnahme eines Herzens mit einem vollständigen Verschuß von Ld.

SCHLESINGER hatte die Herzen zum Röntgen longitudinal aufgeschnitten und entrollt. Von einer derartigen Präparation mußte in unserem Fall abgegangen werden, da damit im Hinblick auf weitere Untersuchungen die Herzttopographie zu sehr verändert worden wäre.

2.1.2. Der zweite Schritt, von SCHLESINGER (1941) als "dissection" bezeichnet, wurde in einigen Punkten modifiziert. So wurde neben den Kranzarterien auch das übrige Herz zu weiteren Untersuchungen aufbereitet, während SCHLESINGER sich, abgesehen von einigen histologischen Stichproben aus dem Kammermyokard, in seinen Betrachtungen auf die Coronargefäße beschränkte.

Die Herzen unserer Serie wurden nach einer Fixierung in Formalin nach folgendem Schema weiterpräpariert: Nach Trennung von Kammerteil und Vorhöfen wird der Kammerteil in parallele Scheiben zerlegt. Dabei erfolgt der Schnitt zwischen erster und zweiter Scheibe unterhalb der Bifurkation der linken Kranzarterie in linken absteigenden und linken umschlingenden Ast. Damit liegen der rechte und der linke umschlingende Ast immer auf dieser ersten Scheibe. Die weiteren Schnitte erfolgen in Abständen von 8 mm (s. Abb. 2).

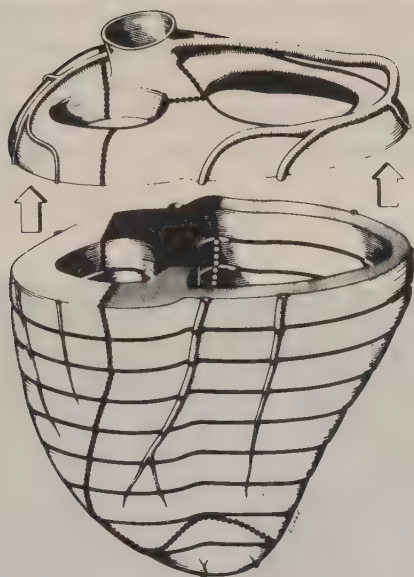


Abb. 2 zeigt ein Herz nach Unterteilung in 8 mm starke Scheiben. Die Vorhöfe sind abgetrennt, die erste Scheibe mit darauf liegender rechter und linker umschlingender Kranzarterie ist abgehoben.

(aus: H. Kalbfleisch und W. Hort: Die Verteilungsmuster der Coronararterien (Versorgungstypen) des menschlichen Herzens. Postmortale Untersuchungen. Deutsche medizinische Wochenschrift, im Druck.)

Die erhaltenen Scheiben werden auf einer Platte nebeneinander gelegt, photographiert und geröntgt (s. Abb. 3).

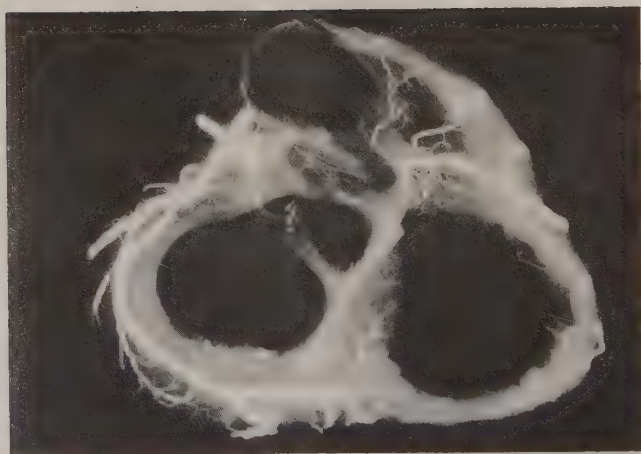


Abb. 3 zeigt die Röntgenaufnahme der ersten Scheibe mit dem Verlauf von R und Lc bis zum Sulcus interventricularis posterior. R weist im zweiten Drittel einen vollständigen Verschuß auf.

An Hand der so gewonnenen Aufnahmen, besonders der ersten Scheibe, kann der Verlauf von rechter und linker umschlingender Arterie bis auf den posterioren absteigenden Anteil vollständig beurteilt werden. Die Coronargefäße werden hierauf ebenfalls in Segmente von 4 mm Länge unterteilt und abpräpariert, gleichfalls nebeneinander aufgereiht und photographiert (s. Abb. 4).

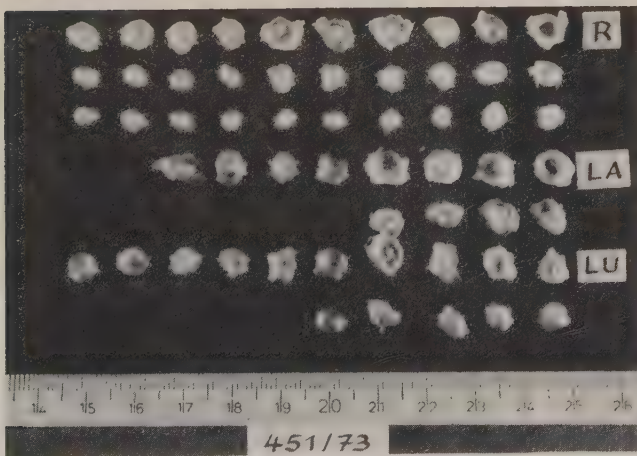


Abb. 4 zeigt die nebeneinander liegenden 4 mm dicken Segmente der drei Coronararterien; das Lumen ist mit Kontrastmittel ausgefüllt.

An Hand der Röntgenaufnahmen, der makroskopischen Beurteilung und Segmentphotographien kann nun die Lichtungsweite der einzelnen Gefäßabschnitte beurteilt werden. Von den am schwersten veränderten Segmenten werden daraufhin histologische Schnitte angefertigt, bei unauffälligen Gefäßen nur ein Schnitt zur Dokumentation. Stets werden folgende Färbungen angewandt: H.E. und Elastica - van Gieson.

2.2. Spezielle eigene Untersuchungen:

Zu einer ersten Orientierung über Grad und Lage der Stenosen in den einzelnen Kranzgefäßen wurden die Photos der nebeneinander aufgereihten Gefäßsegmente verwendet (s.a. Abb. 4). Sie wurden hierzu mit Hilfe eines Vergrößerungsprojektors vierfach vergrößert auf einen weißen Papierbogen projiziert und darauf die Umrisse der mit Kontrastmittel gefüllten Gefäßlumina dargestellt. An Hand dieser Zeichnungen konnten erste Eindrücke über die Lage und den voraussichtlichen Schweregrad der zu untersuchenden Stenosen gewonnen werden. Auf Grund der zu geringen Kontrastunterschiede zwischen Lumeninhalt und angrenzender Intima war oft eine gegenseitige Abgrenzung dieser Strukturen gegeneinander nicht sicher möglich, so daß sich dieses Verfahren von vorn herein als alleinige Untersuchungsmethode ausschloß. Die genaue Messung des Stenosengrades wurde folglich an Hand der histologischen Schnitte durchgeführt. Hierzu wurden die Präparate in der Elastica - van Gieson Färbung verwendet. Mit Hilfe eines Zeichenmikroskopes wurden die Grenzen von Lumen, Intima (an Hand der Elastica interna) und

Media (an Hand der *Elastica externa*) nachgezeichnet. Die Vergrößerung betrug je nach Gefäßkaliber das Zwölf- oder Fünfundzwanzigfache. Die Eichung erfolgte mit einem Objektmikrometer. Die dargestellten Flächen wurden mit einem Planimeter vermessen und maßstabgerecht umgerechnet. Die Berechnung der prozentualen Lumeneinengung wurde wie folgt ausgeführt: An 10 Herzen mit zarten Coronararterien wurde der Anteil der Lumenfläche an Hand der von der *Elastica interna* begrenzten Fläche festgestellt. Er betrug im Mittel 95%. (Das Durchschnittsalter dieser Verstorbenen betrug 39,7 Jahre, das der Männer 46,6 Jahre, das der Frauen 32,8 Jahre). Dieser Wert entspricht einer etwa physiologischen Lichtungsweite bei zarten Kranzarterien. Beim Vorliegen von Stenosen haben wir die Werte der Rest-Lichtung nicht auf die von der *Elastica interna* umgebene Fläche, sondern auf die "physiologische" Lichtungsweite bezogen und zur Berechnung die folgende Formel verwendet:

$$\text{Restlichtung in \%} = \frac{F_L \cdot 100}{F_E \cdot 0,95}$$

F_L = Lumenfläche

F_E = Fläche, die von der *Elastica interna* begrenzt wird.

Die Wahl dieser Bezugsgröße erschien uns sinnvoll, weil sich die klinischen Methoden zur Bestimmung der Lumeneinengung bzw. der Restlumengröße ebenfalls auf einen Vergleich zwischen dem veränderten und einem relativ unveränderten Gefäßabschnitt beziehen. Wir ermittelten

für jedes untersuchte Herz, für jeden Coronarhauptstamm, die höchstgradige Stenose sowie ihren Abstand vom Gefäßostium.

Zusätzlich werteten wir an den Zeichnungen die Lumenform und Lage aus und untersuchten, ob noch ein Restabschnitt unveränderter Intima vorhanden war. Außerdem ermittelten wir anhand der postmortalen Coronarangiogramme noch die Länge des gemeinsamen linken Hauptstammes vom Ostium bis zur Bifurkation.

3. ERGEBNISSE

3.1. Daten zum Untersuchungsgut:

Zahl der insgesamt untersuchten Herzen: 320

Aus dieser Zahl wurden an Hand der beschriebenen Untersuchungen und Befunde jene Herzen ausgewertet, bei denen mindestens in einem Ast eine Stenose von mehr als 50% vorlag. Es wurde schon im vorhergehenden Kapitel darauf hingewiesen, daß sich diese Werte auf Messungen der Fläche stützen und so nicht ohne weiteres mit den meist linearen Angaben anderer Autoren verglichen werden können. Wenn also BERGER und STARY in ihrer Arbeit von einer Indikation zu einer Bypassoperation ab einer linearen Lumeneinschränkung von mehr als 50% sprechen, so würde dies auf die Fläche bezogen einem Restlumen von 25% entsprechen. Abb. 5 zeigt diese Verhältnisse in einer graphischen Darstellung:

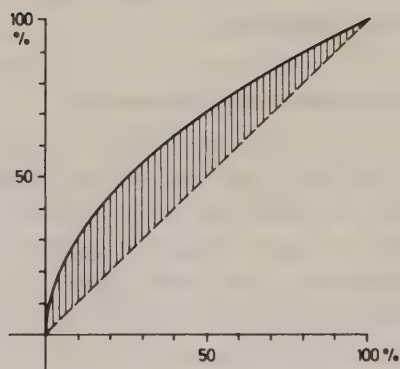


Abb. 5 zeigt das Verhältnis von linear ermittelten Werten zu auf die Fläche bezogenen Werten. Auf der Abszisse sind die Prozentangaben bei Messung der linearen Einschränkung, auf der Ordinate jene bei Messung der Flächeneinschränkung aufgetragen. Die ausgezogene Kurve zeigt die Abhängigkeit der beiden Werte voneinander. Die Einschränkung der Fläche ist besonders im mittleren Bereich deutlich größer als die entsprechende lineare Beschränkung, erst im Bereich höchstgradiger Stenosen gleichen sich beide Werte wieder an. Der schraffierte Bereich zeigt diese Differenz. Im Zusammenhang mit den eigenen Meßwerten wird später noch einmal auf dies Thema eingegangen.

Die Zahl der Herzen mit einer oder mehreren Stenosen dieser definierten Stärke betrug 202. Untersucht wurden bei diesen Herzen wiederum jeweils die höchstgradige Stenose eines jeden der drei Hauptäste R, Ld und Lc. Die Gesamtzahl dieser Stenosen betrug 437. Hieraus ergibt sich eine durchschnittliche Anzahl von 2,16 derartiger Stenosen pro Herz in dieser Untersuchungsreihe. Bei einem Maximalwert von 3 Stenosen pro Herz zeigt dies, wie häufig Herzen von mehreren Stenosen höheren bis höchsten Grades mit einer Reduktion der Lumenfläche von mehr als 50% betroffen waren, und wie selten nur eine Stenose vorhanden war. Hierbei ist noch nicht berücksichtigt, in wie vielen Fällen eine weitere Stenose mit einer geringeren Lumeneinschränkung vorlag, da bei dieser Untersuchung ja nur pro Ast die eine, stärkste Stenose ausgewertet wurde. Es soll an dieser Stelle noch vermerkt werden, daß in einigen wenigen Fällen aus technischen Gründen der histologische Schnitt innerhalb des 4mm Blockes nicht exakt durch die höchstgradige Einengung gelegt werden konnte. Deutliche Abweichungen sind bei der geringen Differenz zwischen den Wandveränderungen an diesen beiden eng benachbarten Gefäßstellen nicht zu erwarten, zudem sind innerhalb der großen Untersuchungsreihe nur sehr wenige Messungen davon betroffen.

Die Stenosen waren wie folgt auf die einzelnen Äste verteilt:

R	161
Ld	171
Lc	105

Die Geschlechtsverteilung war: männlich 127

weiblich 61 Fälle

14 Fälle wurden

uns von außerhalb zur Untersuchung zugesandt und es

lagen keine weiteren Unterlagen über Alter und Geschlecht vor. Das Durchschnittsalter betrug 66,4 Jahre.

Bei den männlichen Patienten lag es bei 65,8 Jahren, der jüngste war 22, der älteste 89 Jahre alt.

Bei den weiblichen Patienten betrug das Durchschnittsalter 67,5 Jahre bei einem geringsten Alter von 34 und einem höchsten von 88 Jahren.

3.2. Lage und Grad der untersuchten Stenosen

Tabelle 1 zeigt die Verteilung der Stenosen mit einer Lumeneinengung von mehr als 50% in cm Abstand vom Ostium (Anzahl der Fälle).

<u>R</u>	cm	0-1	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7	7-8	8-9	9-10	10
Männer	6	10	19	19	12	10	5	7	3	7		7
Frauen	3	2	8	8	6	7	1	3	2	3		1
Gesamt	9	13	28	29	19	19	8	11	5	10		10
<u>Ld</u>	cm	0-1	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7	7-8	8-9	9-10	10
Männer	2	13	31	31	18	6	1	1			1	
Frauen	4	6	25	10	6		1					
Gesamt	7	22	57	44	28	8	2	2			1	

Lc		cm	0-1	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7	7-8	8-9	9-10	≥ 10
Männer				6	19	11	14	4	5	2		3	
Frauen				5	17	5	1	1			1		
Gesamt				14	40	20	15	5	5	2	1	3	

Die Differenz, die zwischen den unter der Gesamtrubrik aufgeführten Fällen und den sich aus der Addition der männlichen und weiblichen Fälle ergebenden Summe besteht, erklärt sich nur aus dem oben erwähnten Fehlen der Unterlagen bei einigen Herzen, die somit nur in der Gesamtzahl aufgeführt sind.

Abb. 6 zeigt die vorangehenden Ergebnisse noch einmal in einer graphischen Darstellung

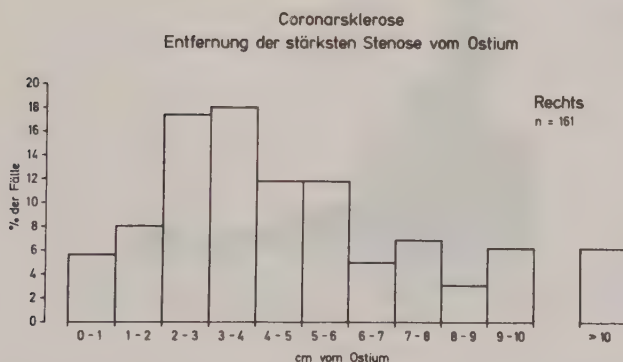


Abb. 6 a

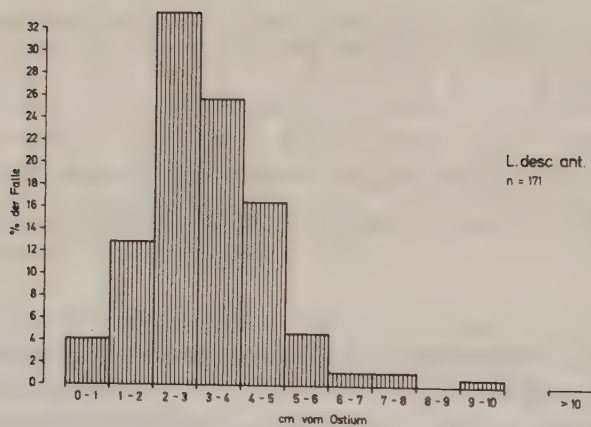


Abb. 6 b:

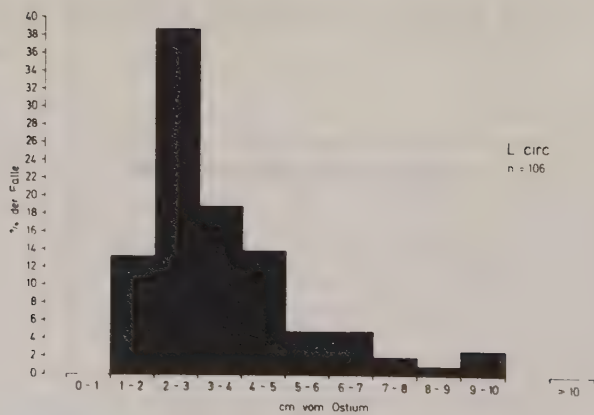


Abb. 6 c:

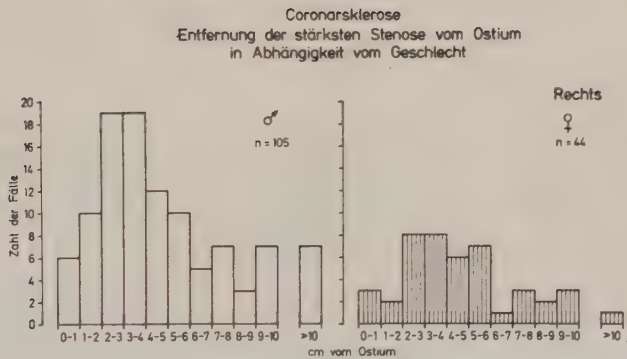


Abb. 6 d:

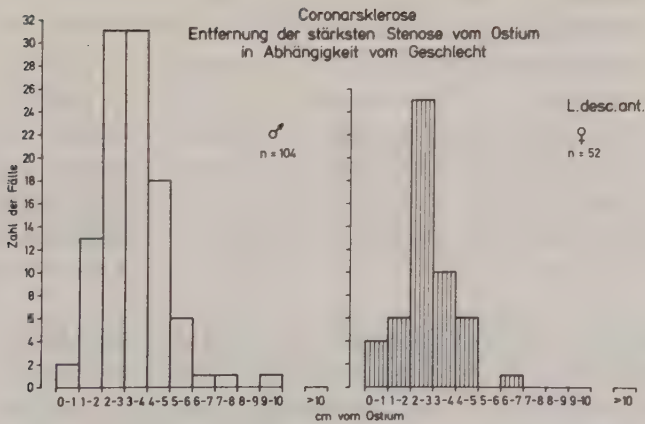


Abb. 6 e:

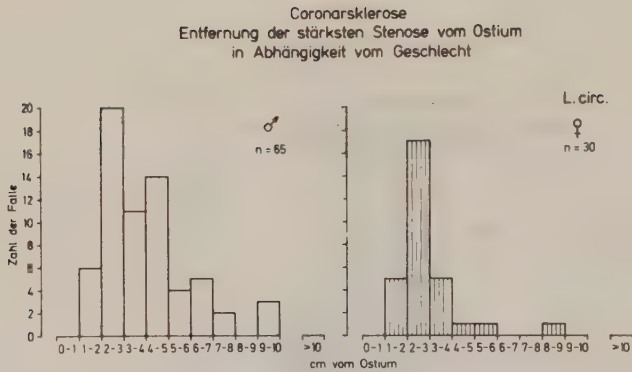


Abb. 6 f:

Tab. 2: Angaben zur Größe des Restlumens in % des ursprünglichen Lumens (Mittelwerte für die drei Hauptäste):

<u>R</u>	Männer	18,46 %	<u>Ld</u>	Männer	23,43 %	<u>Lc</u>	Männer	22,29 %
	Frauen	19,28 %		Frauen	25,08 %		Frauen	24,33 %
	<u>Gesamt</u>	<u>18,43 %</u>		<u>Gesamt</u>	<u>23,70 %</u>		<u>Gesamt</u>	<u>22,47 %</u>

Zum Vergleich zu diesen Angaben, die sich auf die schon oben ausführlich erklärte Messung der Fläche beziehen, sollen hier auch die linearen Angaben aufgeführt werden. Da eine lineare Messung an Hand der beschriebenen Zeichnung kaum sinnvoll erschien, wurde vereinfacht das Gefäßlumen als kreisförmig angesehen und dementsprechend der Durchmesser berechnet. Die Angaben bedeuten also bei

der folgenden Tabelle prozentualer Anteil des
"gemessenen" Durchmessers an dem ursprünglichen
Durchmesser des Gefäßes:

<u>R</u>	Männer	42,91 %	<u>Ld</u>	Männer	48,40 %	<u>Lc</u>	Männer	47,16 %
	Frauen	43,97 %		Frauen	50,18 %		Frauen	49,29 %
	<u>Gesamt</u>	<u>42,91 %</u>		<u>Gesamt</u>	<u>48,76 %</u>		<u>Gesamt</u>	<u>47,52 %</u>

Der Vergleich der zusammengehörenden Werte zeigt sehr deutlich, was schon aus Abb. 5 zu ersehen war: So finden wir bei einer Lumeneinschränkung von 50% nach linearer Messung eine auf die Fläche bezogene Lumen-einschränkung von 75%, betrachten wir das Restlumen, wie in den Tabellen oben, so finden wir statt einem Restlumen von 50% nur noch eines von 25%.

Dies begründet einerseits, warum bei unseren Unter-suchungen die Flächenmessung gewählt wurde: An Hand der vorliegenden Unterlagen war diese Methode einer-seits genauer durchführbar, andererseits lassen sich damit auch erheblich genauere Aussagen über die tat-sächliche Restlichtung des Gefäßes machen. Es zeigt sich daran aber auch, wie problematisch Aussagen an Hand der Angiogramme bezüglich der Therapie (Operation!) und der Prognose sind.

Der durchschnittliche Abstand der untersuchten Ste-nosen vom Ostium betrug (Mittelwert für die drei Haupt-äste) :

R 4,73 cm

Ld 3,13 cm

Lc 3,82 cm

50% der Stenosen lagen bei:

R innerhalb von 4,0 cm

Ld innerhalb von 2,9 cm

Lc innerhalb von 2,9 cm Abstand vom Ostium.

Auf Grund der starken Streuung der Werte wurde auf die Berechnung der Standardabweichung verzichtet, da diese nur bei annähernd normalverteilten Werten Aussagekraft besitzt. Die statistische Auswertung dieser sowie auch der nachfolgenden Untersuchungen erfolgte beim Vergleich mehrerer Merkmalsgruppen mit Hilfe des H-Testes für den Vergleich mehrerer voneinander unabhängiger Stichproben nach KRUSKAL und WALLIS, beim Vergleich zweier Merkmalsgruppen mit Hilfe des U-Testes für den Vergleich zweier voneinander unabhängiger Stichproben nach WILCOXON, MANN und WHITNEY. Beide Tests setzen keine Normalverteilung innerhalb der zu vergleichenden Kollektive voraus. Auf Grund der umfangreichen Gruppen wurde in einigen Untersuchungen die Tafel für die H- bzw. U-Werte überschritten. Deshalb wurden, um eine gleiche Auswertung zu gewährleisten, die erhaltenen Werte grundsätzlich nach der Approximationsformel von Mc NEMAR

$$z = \frac{U - m \cdot n/2}{m \cdot n (m+n+1)/12} \quad \text{umgerechnet.}$$

Über die in den vergangenen Tabellen angegebenen Werte läßt sich bezüglich der statistischen Auswertung folgendes sagen:

Die Nullhypothese, von der wir in jedem Fall ausgehen, kann bezüglich der für jeden Ast getroffenen Einteilung in männliche und weibliche Patienten nicht widerlegt werden. Das bedeutet, daß zwischen den beiden Geschlechtern bei dieser Untersuchung keine signifikanten Unterschiede bestehen und geringe Unterschiede mehr zufällig entstanden sind. Dazu trägt auch die erheblich geringere Gruppenstärke der Frauen bei. Gleichfalls nicht widerlegt werden kann die Nullhypothese für den Unterschied zwischen linkem absteigenden und linkem umschlingenden Ast. Dies erscheint beim ersten Anblick der Werte etwas verwunderlich und bedarf deshalb einer Erklärung. Die in beiden Fällen angegebenen Werte beziehen sich auf den Abstand vom Aortensinus. Bei der Messung wurde aus methodischen Gründen das gesamte im Sulcus interventricularis anterior verlaufende Gefäß als linker absteigender Ast bezeichnet und auf die Abgrenzung eines gesonderten linken Hauptstammes L verzichtet. Dies erschien uns berechtigt, da die in diesem Bereich befindlichen, hochsitzenden Stenosen sich meist in der Gegend der Bifurkation in Ld und Lc befanden und somit eine Abgrenzung zum linken umschlingenden Ast möglich war, eine Zuordnung zu L oder Ld aber meist willkürlich gewesen wäre. Die geringe Zahl von Stenosen, die ausschließlich auf den Hauptstamm beschränkt waren, sprach ebenfalls nicht gegen eine derartige Vereinfachung. Die Werte von Lc sind danach jeweils um die Länge des gemeinsamen Anfangsteils zur Peripherie hin verschoben. Die durchschnittliche Länge des gemeinsamen linken Anfangsteils, die für weitere Untersuchungen ebenfalls ermittelt wurde, beträgt 0,87 cm. Subtrahiert man diesen Wert von dem für Lc erhaltenen mittleren Abstand der Stenose

vom Ostium mit 3,82 cm, so erhält man mit 2,95 cm einen Wert, der erklärt, daß eine Unterscheidung von Ld nicht möglich ist.

Eindeutig widerlegt werden kann die Nullhypothese nur beim Vergleich zwischen R auf der einen und der Gesamtheit der Werte von Ld sowie Lc auf der anderen Seite. Bei einem zweiseitigen Test ist dies mit einer Irrtumswahrscheinlichkeit von 0,05% ($p \leq 0,0005$) möglich. Auch beim Vergleich zwischen R und Ld oder R und Lc ist der Unterschied statistisch sicherbar. Man kann damit also sagen, daß sich die Lokalisation von Stenosen mit einer Lumeneinschränkung von mehr als 50% (bezogen auf die Fläche) in der rechten Kranzarterie signifikant unterscheidet von jenen in der linken umschlingenden und linken absteigenden Kranzarterie. Um dies noch einmal zu verdeutlichen, hier noch ein Vergleich der 50%-Grenzwerte:

Innerhalb von 2,9 cm liegen bei R	31,0 %
Ld	50,0 %
Lc	50,0 %

innerhalb von 4,0 cm liegen bei R	50,0 %
Ld	76,0 %
Lc	70,5 % der gemessenen Werte.

Diskutiert werden soll an dieser Stelle noch das Ergebnis eines zweiten statistischen Untersuchungsverfahrens, nämlich des χ^2 -Tests. (Tab.3)

Chi² - Test

Abstand v. Ostium in cm	R		Ld		Lc	
	chi ²	n	chi ²	n	chi ²	n
1. 0 - 1	2,18	9	0,003	6	3,6	-
2. 1 - 2	1,08	13	0,42	22	0,423	14
3. 2 - 3	4,51	28	1,48	57	2,85	39
4. 3 - 4	0,38	28	2,04	45	0,25	20
5. 4 - 5	0,08	20	0,46	28	0,001	15
6. 5 - 6	0,42	19	2,17	7	0,81	5
7. 6 - 7	0,04	8	2,55	2	0,54	5
8. 7 - 8	0,15	11	2,0	3	0,29	3
9. 8 - 9	0,05	5	2,35	-	0,13	1
10. 9 - 10	0,15	10	3,66	1	0,04	3
11. ≥ 10	0,25	10	3,0	-	-	-
	9,29	161	20,133	171	8,734	105

Hierzu wurden die Einzelwerte für die Abstände vom Ostium zu Gruppen von jeweils einem Zentimeter zusammengefaßt und dafür die chi² - Werte errechnet. Bei der Gesamtauswertung dieses Tests konnte im Gegensatz zum H - Test nach KRUSKAL und WALLIS, der ja auf einer Berücksichtigung der Einzelwerte beruht, kein Unterschied auf der 5% Ebene festgestellt werden. An den chi² - Werten für die einzelnen Gruppen zeigt sich dagegen recht deutlich, in welchem Bereich unter der Annahme einer Gruppengleichheit die größten Unterschiede zu finden sind: bei 2 - 3 cm fällt der Wert für R besonders auf,

bei 3 - 4 cm ist es der Wert für Ld, der auch im weiteren Verlauf deutliche Differenzen zeigt. Das bedeutet für die vorliegende Untersuchung, daß im Bereich von 2 - 3 cm der rechte Ast weniger an der Gesamtzahl der Stenosen beteiligt ist, Ld ist hier vorherrschend, während im weiteren Verlauf der Anteil von Ld abnimmt, es sind jetzt in geringem Maße noch Lc und besonders R vorherrschend, später nur noch R.

Kurz erwähnt werden soll noch der auffällige Unterschied der mittleren Lumengröße von R zu Ld und Lc, das Restlumen ist bei R durchschnittlich um 20% kleiner als bei den beiden anderen Ästen.

Dieser Befund kann auf Grund des sehr eingeschränkten Untersuchungsgutes, es wurde definitionsgemäß pro Ast nur die höchstgradige Stenose berücksichtigt, nicht verallgemeinert werden, er erscheint aber doch zumindest in seiner Tendenz beachtenswert, deutet er doch an, daß wenigstens im Bereich schwerster Stenosen bei einem häufigeren Befall von Ld der rechte Ast dafür schwerere Veränderungen aufweist.

3.3. Lage und Grad der untersuchten Stenosen unter dem Einfluß von Risikofaktoren:

Die weitere Fragestellung war, in wie weit sich die Lokalisation der Stenosen unter dem Einfluß verschiedener Risikofaktoren verändert. Es wurden hierzu die Risikofaktoren Hypertonie, Diabetes mellitus, Hypercholesterinämie und Zigarettenrauchen betrachtet unter folgendem Wertungsmaßstab (n. HEYDEN):

Blutdruck systolisch	≥	160 mm Hg
oder diastolisch	≥	95 mm Hg
Blutzucker	≥	120 mg %
Serum - Cholesterin	≥	260 mg %
Zigarettenrauchen	≥	10/Tag

Die Unterlagen entstammen einer von Dr. H.F. NAUTH durchgeführten Befragung der an der Behandlung beteiligten Ärzte und Kliniken, der Ehepartner oder weiterer Angehöriger. Es handelt sich um insgesamt 182 Fälle, hiervon fielen 113 in die von uns untersuchte Gruppe. Sie verteilen sich wie folgt:
R 89, Ld 95 und Lc 58 Fälle.

Tab. 4 Auf die verschiedenen Risikofaktorgruppen entfielen dabei (Rf = Risikofaktor, RR+ = Hypertonie, Hch = Hypercholesterinämie, Zig = Zigarettenrauchen, D.m. = Diabetes mellitus):

<u>Rf</u>	<u>R</u>	<u>Ld</u>	<u>Lc</u>
O Rf	6	4	2
Zig	7	7	4
RR+	5	6	3
Hch	3	5	4
D.m.	9	10	5
RR+ u.D.m.	19	20	13
RR+ u.Zig.	8	8	4
RR+ u.Hch	2	5	2
D.m. u.Hch	5	6	3
D.m. u.Zig	4	3	2
Hch u. Zig	2	3	3
3 u. 4 Rf	19	18	13

Tab. 5: Im Bezug auf die Lage der Stenosen unter dem Einfluß von Risikofaktoren ergaben sich folgende Werte (Zahl der Fälle in cm Abstand vom Ostium):

	0-1	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7	7-8	8-9	9-10	locm
<u>R</u>											
0 Rf	-	1	1	1	2	1	-	-	-	-	-
1 Rf	-	2	-	6	2	2	2	4	3	2	1
2 Rf	2	3	8	6	9	5	3	2	-	1	1
3-4 Rf	-	1	3	4	2	1	1	3	1	1	2
<u>Ld</u>											
0 Rf	-	-	4	-	1	-	-	-	-	-	-
1 Rf	1	4	6	11	5	-	-	1	-	-	-
2 Rf	3	5	15	9	10	1	1	1	-	-	-
3-4 Rf	-	1	7	5	2	1	1	-	-	1	-
<u>Lc</u>											
0 Rf	-	-	-	1	1	-	1	-	-	-	-
1 Rf	-	1	8	1	4	1	1	-	-	-	-
2 Rf	-	4	8	7	4	-	1	2	-	1	-
3-4 Rf	-	2	3	5	1	1	-	-	-	1	-

Für jeden einzelnen Risikofaktor wurde weiterhin gesondert für jeden der drei Hauptäste der Mittelwert von Abstand der Stenose zum Ostium sowie Größe des Restlumens in Prozent des ursprünglichen Lumens berechnet. Die Ergebnisse sind in Tabelle 6 zusammengefaßt (die Abkürzungen entsprechen den oben verwendeten):

Tab. 6:

	<u>R</u> cm v.O.	% Restl.	n
O Rf	3,40	21,79	6
Zig	4,90	25,11	7
RR+	6,16	7,07	5
D.m.	5,43	14,66	9
Hch	8,43	24,54	3
RR+ u.D.m.	4,81	23,21	19
RR+ u.Zig	3,80	19,02	8
RR+ u.Hch	3,30	6,82	2
D.m. u. Hch	4,10	16,72	5
D.m. u.Zig	2,50	8,56	4
Hch u.Zig	4,20	9,38	2
3 u. 4 Rf	5,32	21,24	19

	<u>Ld</u> cm v.O.	% Restl.	n
O Rf	2,76	35,67	5
Zig	3,03	25,91	7
RR+	2,47	19,30	6
D.m.	3,23	23,49	10
Hch	4,24	9,14	5
RR+ u.D.m.	3,17	26,77	20
RR+ u. Zig	3,38	28,29	8
RR+ u. Hch	3,70	29,42	5
D.m. u. Hch	2,45	20,91	6
D.m. u. Zig	2,97	28,08	3
Hch u. Zig	2,30	18,90	3
3 u. 4 Rf	3,73	20,63	18

	<u>Lc</u>		
	cm v.O.	% Restl.	n
O Rf	4,90	21,86	2
Zig	4,28	31,38	4
RR+	2,57	29,59	3
D.m.	2,36	26,31	5
Hch	4,43	10,30	4
RR+ u. D.m.	3,58	24,74	13
RR+ u. Zig	3,55	21,73	4
RR+ u. Hch	4,85	22,59	2
D.m. u. Hch	3,07	23,28	3
D.m. u. Zig	3,05	13,60	2
Hch u. Zig	4,33	12,15	3
3 u. 4 Rf	3,63	22,13	13

Jene Fälle, bei denen der Einfluß zweier Risikofaktoren bekannt war, wurde noch unter einem zweiten Aspekt betrachtet (Tab. 7): es sollte die Möglichkeit überprüft werden, ob ein bestimmter Faktor, der konstant vorhanden war, neben einem variablen zweiten aus der Gruppe der restlichen drei Risikofaktoren, Veränderungen in der Lokalisation der Stenosen herbeiführen kann. So bedeutet RR u. ... beispielsweise, daß bei dieser Gruppe immer die Hypertonie als ein diese Gruppe bestimmender Risikofaktor vorhanden ist. Zusätzlich ist noch ein zweiter von Fall zu Fall verschiedener Risikofaktor aus der Gruppe der verbleibenden drei, also Hypercholesterinämie, Diabetes mellitus oder Zigarettenrauchen bekannt.

R

	cm v.O.	% Restl.	n
RR u. ...	4,43	20,92	29
D.m. u. ...	4,35	19,96	28
Zig u. ...	3,49	14,65	14
Hch u. ...	3,94	12,89	9

Ld

RR+ u. ...	3,30	27,54	33
D.m. u. ...	3,00	25,69	29
Zig. u. ...	3,06	26,23	14
Hch u. ...	2,86	23,52	14

Lc

RR+ u. ...	3,71	23,88	19
D.m. u. ...	3,44	23,26	18
Zig. u. ...	3,70	16,73	9
Hch u. ...	3,99	18,93	8

Abb. 7 faßt die Ergebnisse noch einmal graphisch zusammen:

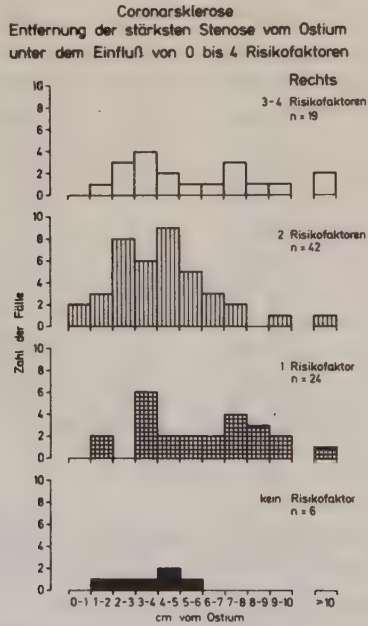


Abb. 7 a

Coronarsklerose
Entfernung der stärksten Stenose vom Ostium
unter dem Einfluß von 0 bis 4 Risikofaktoren

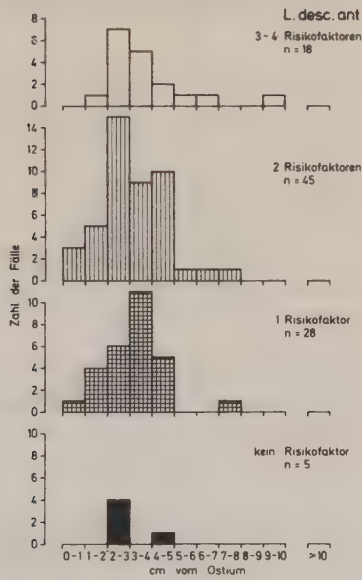


Abb. 7 b

Coronarsklerose
Entfernung der stärksten Stenose vom Ostium
unter dem Einfluß von 0 bis 4 Risikofaktoren

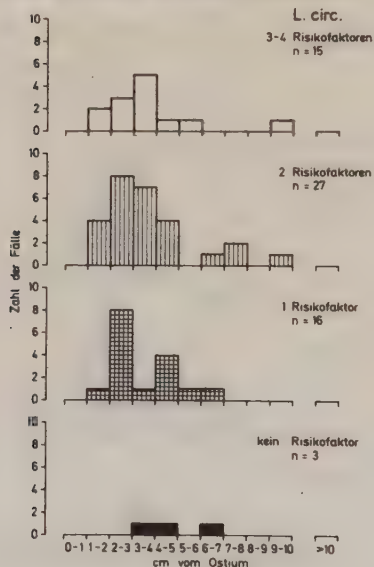


Abb. 7 c

Die statistische Auswertung erfolgte nach den schon oben ausführlich beschriebenen Methoden.

Die Nullhypothese konnte bei einer Irrtumswahrscheinlichkeit bis zu 5% in keinem Fall widerlegt werden ($p \geq 0,05$). Das bedeutet, daß ein signifikanter Einfluß verschiedener Risikofaktoren auf die Lokalisation coronarsklerotischer Läsionen nicht nachgewiesen werden konnte.

Unabhängig davon scheint es doch sinnvoll , einige Befunde kurz zu kommentieren:

Die Hypercholesterinämie ist nur in sehr wenigen Fällen als Risikofaktor beteiligt, so daß die in dieser Gruppe erhaltenen Resultate mit großer Zurückhaltung zu werten sind. Auffällig ist eine sehr erhebliche Verschiebung der Stenosen in die Peripherie, besonders beim rechten Ast, bei nur 3 Fällen ist die Irrtumsmöglichkeit jedoch sehr groß.

Eine geringfügige, statistisch jedoch nicht signifikante Verschiebung der Stenosen zur Peripherie ergab sich für die rechte Coronararterie auch für Diabetes mellitus und Hypertonie.

Die weiteren Unterschiede beruhen hauptsächlich auf zufälligen Verschiebungen innerhalb der relativ kleinen Gruppen. Dies zeigen auch die Abb. 7a, 7b und 7c, an Hand derer ersichtlich ist, daß es sich in diesen Fällen meist nur um geringfügige Verschiebungen zwischen zwei benachbarten Wertegruppen handelt.

Sicher kann festgestellt werden, daß der Einfluß eines, zweier oder mehrerer Risikofaktoren alles in allem die Topographie der Coronarsklerose offenbar nicht signifikant beeinflußt.

3.4. Lumenform, Lumenlage und Häufigkeit unveränderter Intimarestes:

Auf die Bedeutung der drei vorgenannten Parameter wurde zu einem großen Teil schon in der Einleitung eingegangen. Grundlage dieser Untersuchung war der schon bei der vorhergehenden Reihe verwendete Schnitt von der Stelle der höchstgradigen Stenose eines jeden Gefäßes, sofern kein vollständiger Verschuß vorlag. Zusätzlich wurde, soweit möglich, noch ein zweiter histologischer Schnitt, zum Beispiel von einer dieser Stenose vorangehenden Gefäßstelle mit einer Lumeneinengung von ebenfalls mehr als 50% beurteilt. Dieser zweite Schnitt wurde hinzugezogen unter der Vorstellung, daß sich innerhalb eines längeren stenotischen Bezirkes Lumenlage und - form verändern, und daß an Hand dieser größeren Untersuchungsreihe ein repräsentativeres Bild des Lumenverhaltens erzielt werden könne.

Bei der Lage der Restlichtung wurden drei Gruppen unterschieden: Befand sich das Lumen etwa in der Mitte des Gefäßabschnittes und etwa gleichmäßig von sklerotischer Intima umgeben, wurde es als konzentrisch bezeichnet, war es leicht aus dieser Lage verschoben, wurde dies als leicht exzentrisch, bei deutlicher Verschiebung zu einer Seite hin als deutlich exzentrisch eingeordnet.

Bei der Lumenform wurden folgende Gruppen unterschieden: Eine runde Form die der ursprünglichen Lumenform noch ähnelte, eine ovale und eine schlitzförmige Lumenform, wobei letzte Kategorie sehr eng gefaßt wurde mit einer scharfen Abgrenzung zu flachen ovalen Formen. Lag nach einem vorausgegangenen thrombotischen Verschuß nur noch eine Rekanalisation vor, so wurde dies in einer gesonderten Gruppe aufgeführt. Zusätz-

lich wurde vermerkt, wenn noch größere Anteile unveränderter Intima an der Begrenzung des Lumens beteiligt waren, wobei mehr als $1/8$ der Gefäßcircumferenz eine Intimastärke von weniger als 0,1 mm aufweisen mußte.

HIERONYMI fand bei seinen Untersuchungen einen Wert zwischen 0,08 mm und 0,14 mm für die Intimastärke von Jugendlichen zwischen 10. und 20. Lebensjahr, so daß der von uns gewählte Grenzwert im Bereich der durchschnittlichen Intimastärke zur Zeit des Abschlusses des Gefäßwandwachstums liegen dürfte, also sicherlich eine unveränderte Intima gewährleistet.

Abb. 8 zeigt 9 Beispiele für verschiedene Lagen der Restlichtung und Lumenform. (Dargestellt sind innen die Lumenbegrenzung und außen der Verlauf der elastica interna)

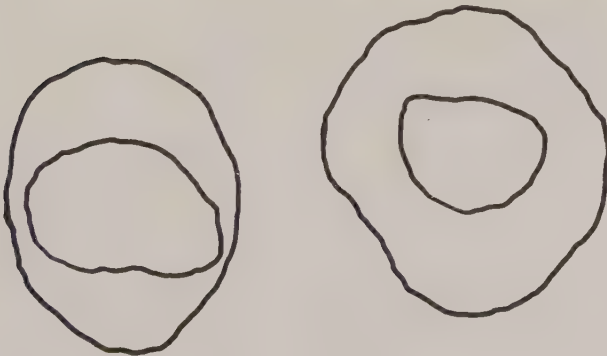


Abb. 8a zeigt zwei "ovale" Lumina, die beide noch "konzentrisch" liegen.

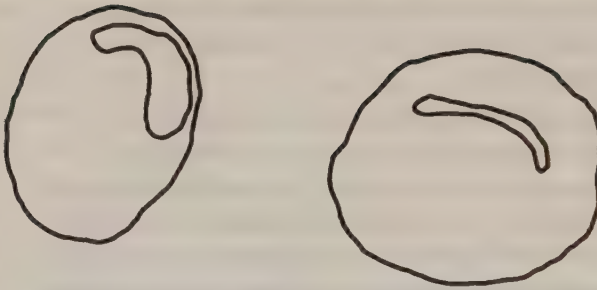


Abb. 8b zeigt links ein "ovales" Lumen mit "deutlich exzentrischer" Lage, rechts ein "schlitzförmiges" ebenfalls "deutlich exzentrisch" gelegenes.

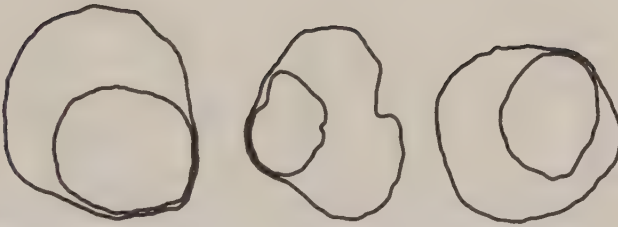


Abb. 8 c zeigt links ein "rundes", "deutlich exzentrisch" gelegenes Lumen, in der Mitte und links zwei "ovale" Lumen mit "deutlich exzentrischer" Lokalisation. In allen 3 Beispielen sind größere Anteile "unveränderter Intima" vorhanden.

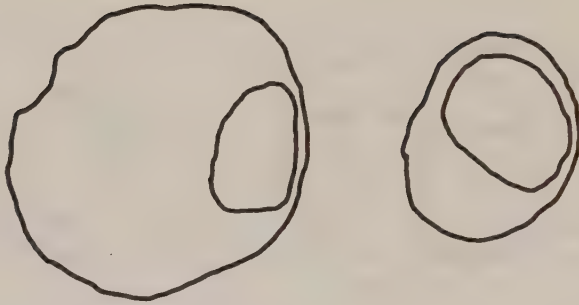


Abb. 8 d zeigt links noch ein Beispiel für ein "deutlich exzentrisches" "ovales" Lumen, rechts ein "ovales" und "leicht exzentrisch" gelegenes Lumen.

Die Differenzen zwischen den Fallzahlen der Gruppen Lumenform und Lumenlage bei rechter und linker umschlingender Kranzarterie erklären sich daraus, daß in Einzelfällen eine Zuordnung sehr kleiner Rekanalisationen zu einer der Lagegruppen nicht möglich war.

Erklärung der Abkürzungen: con = konzentrisch -, ex(a) = leicht exzentrische -, ex(b) = deutlich exzentrische Lumenlage;

R = Rekanalisation, r = runde -, o = ovale -,

s = schlitzförmige Lumenform; I = deutliche Reste unveränderter Intima).

Tab. 8

	con	ex(a)	ex(b)	R	r	o	s	I
<u>R</u>								
Anzahl	41	91	46	11	77	73	18	21
Prozent	23,03	51,12	25,84	6,15	43,02	40,78	10,06	11,80
<u>Ld</u>								
Anzahl	33	112	74	10	84	113	12	45
Prozent	15,07	51,14	33,79	4,57	38,36	51,60	5,48	20,55
<u>Lc</u>								
Anzahl	20	55	47	11	52	56	4	28
Prozent	16,39	45,08	38,52	8,94	42,28	45,53	3,25	32,95

Die statistische Untersuchung erfolgte mittels Chi-Test auf dem Rechner PDP 8 U des Instituts für medizinisch-biologische Statistik und Dokumentation. Dabei konnte für den Vergleich aller Merkmale zwischen den drei Ästen kein Unterschied festgestellt werden. Der Vergleich der Werte für die schlitzförmige Lumina ergab zwischen den drei Ästen eine Verschiedenheit auf dem 5% Niveau, es kann also mit einer Irrtumswahrscheinlichkeit von weniger als 5% ein unterschiedliches Verhalten der drei Gefäße angenommen werden ($p \leq 0,05$).

Beim Vergleich der Werte für die Reste unveränderter Intima wird das 5% Niveau gerade überschritten, der

Unterschied ist mit einer Irrtumswahrscheinlichkeit von mehr als 5% nicht mehr signifikant aber doch zu beachten. Es soll noch darauf hingewiesen werden, daß selbst unter den angelegten strengen Maßstäben noch 6,53% aller untersuchten stenosierten Lumina eine schlitzförmige Form aufwiesen, die häufig zu angiographischen Fehleinschätzungen führt.

Auffällig ist auch der sehr geringe Anteil der rechten Arterie bei jenen Gefäßen mit Resten unveränderter Intima mit nur 11,8%. (s. zu diesem Abschnitt auch die Abb. 9-11).

Abb. 9-11 fassen diese Ergebnisse graphisch zusammen:

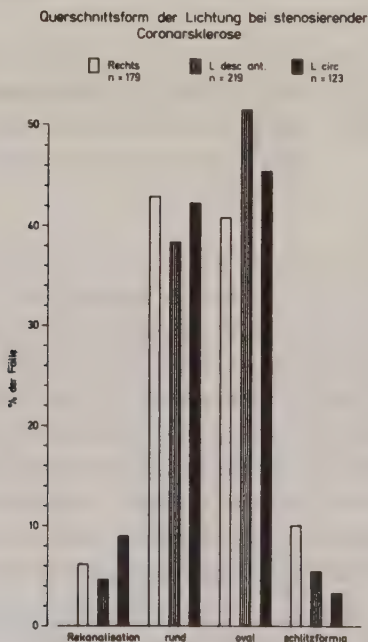


Abb. 9

Lokalisation der Lichtung bei stenosierender Coronarsklerose

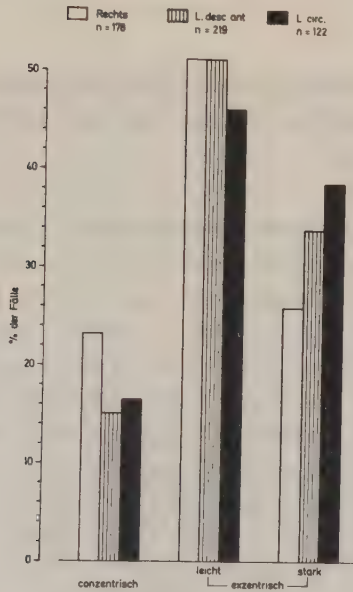


Abb. 10

Stenosierende Coronarsklerose mit größeren unveränderten Intimaabschnitten

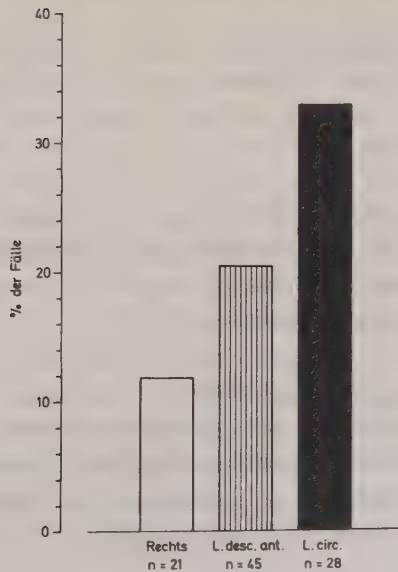


Abb. 11

3.5. Die Länge des linken Hauptstammes bis zur Bifurkation (in Relation zu den Versorgungstypen):

Die Bedeutung dieses Themas bezüglich klappenchirurgischer Eingriffe sowie die jüngst publizierten überraschenden Ergebnisse von KRONZON et.al. schießen uns Grund genug, abschließend kurz auf dieses Thema einzugehen, zumal von einer großen Zahl von Herzen die notwendigen Daten schon von den vorher beschriebenen Untersuchungen an Hand der Messung der postmortalen Angiogramme vorlagen. Die Bestimmung der Versorgungstypen wurde von W. HORT und H. KALBFLEISCH durchgeführt (s. hierzu auch Lit. W. HORT und H. KALBFLEISCH).

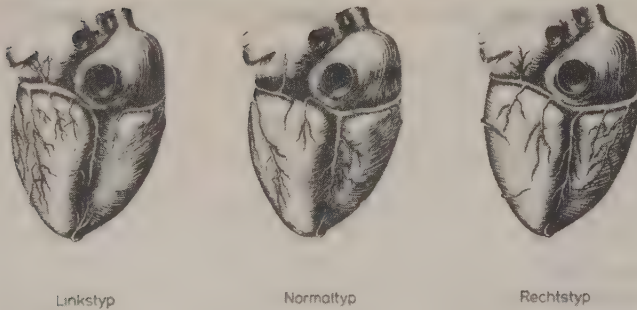
Die Einteilung der Versorgungstypen erfolgte nach dem Vorschlag von W. Hort und H. Kalbfleisch (Lit.s. W. HORT und H. KALBFLEISCH 1975):

Linksversorgungstyp: Der hintere absteigende Ast entspringt allein aus dem Ramus circumflexus sin. und dieser entsendet darüber hinaus noch Äste zur rechten Hinterwand.

Rechtsversorgungstyp: Die rechte Kranzarterie versorgt die gesamte Hinterwand und verläuft bis zur linken Herzkante (Margo abtus), der R.circ.sin. erreicht nicht die linke Hinterwand.

Normalversorgungstyp: Hierbei wird die linke Hinterwand von dem R.circ.sin. und der rechten Kranzarterie versorgt, wobei letztere meist den hinteren absteigenden Ast abgibt.

Abb. 12 zeigt die Herzhinterwand bei den drei beschriebenen Versorgungstypen: (aus: H. Kalbfleisch und W. Hort: Die Verteilungsmuster der Coronararterien (Versorgungstypen) des menschlichen Herzens. Postmortale Untersuchungen. Deutsche medizinische Wochenschrift, im Druck).



In einer zweiten Reihe wurde untersucht, ob die Länge von L in Zusammenhang steht mit dem prozentualen Anteil der beiden ausschlaggebenden Äste R und Lc an der Versorgung des gesamten Kammermyocards. Das Versorgungsgebiet von Ld blieb unberücksichtigt, weil es nur in geringen Grenzen schwankt.

Es wurde für jedes Herz der Quotient gebildet aus den prozentualen Versorgungsanteilen von Lc zu R. War dieser größer als 1, hatte also die linke umschlingende Kranzarterie einen größeren Teil des Myocards zu versorgen als die rechte, so wurde dies als Linksdominanz, war umgekehrt der Quotient kleiner

1, als Rechtsdominanz bezeichnet.

Der Begriff der Dominanz wurde schon in anderen Veröffentlichungen unter anderer Bedeutung angewendet. Es muß hier darauf hingewiesen werden, daß die Verwendung innerhalb dieser Arbeit davon unabhängig erfolgt und nur als Abkürzung innerhalb der Tabellen und Erklärungen verwendet wird entsprechend der oben angeführten Definition der zwei Versorgungsmuster.

(Die Unterlagen zu den Versorgungsanteilen entstammen gleichfalls der Untersuchungsreihe v. HORT u. KALBFLEISCH).

Tab. 9:

Ergebnisse:

Zahl der untersuchten Herzen: 276

Verwendet wurden nur Erwachsenenherzen, solche von
Neugeborenen und Kindern waren ausgeschlossen:

mm	<u>L</u>	Zahl der Fälle	(%)	
0		19	6,88	
<u>1</u>				
<u>2</u>				
<u>3</u>		47	17,03	
<u>4</u>				
<u>5</u>				
<u>6</u>				
<u>7</u>		69	25,00	
<u>8</u>				
<u>9</u>				
<u>10</u>				
<u>11</u>		74	26,81	Längstes ge-
<u>12</u>				messenes Gefäß:
<u>13</u>				<u>2,5 cm</u>
<u>14</u>				Durchschnitt-
<u>15</u>		47	17,03	liche Länge:
<u>16</u>				<u>0,87 cm</u>
<u>17</u>				
<u>18</u>				
<u>19</u>		15	5,43	
<u>20</u>				
<u>21</u>				
<u>22</u>				
<u>23</u>		5	1,81	
<u>24</u>				
<u>25</u>				

Ld

Lc

Fallzahl pro Versorgungstyp: Linksversorgungstyp: 16

Normal:229

Rechts: 31

Tab. 10

<u>Versorgungstyp</u>	<u>links</u>	<u>normal</u>	<u>rechts</u>
Länge von <u>L</u> (Mittelwert)	0,63 cm	0,86 cm	1,02 cm
Streubreite	<u>±</u> 0,465	0,564	0,535

(Die statistische Auswertung erfolgte mit Hilfe der schon ausführlich beschriebenen Methoden des H- u. U-Testes). Die Null-Hypothese konnte bei dem Vergleich zwischen Links- und Rechtsversorgungstyp mit einer Irrtumswahrscheinlichkeit von 5,5%, beim Vergleich zwischen Links- und Normalversorgungstyp mit einer Irrtumswahrscheinlichkeit von 5,7% widerlegt werden.

Dies bedeutet für die vorliegende Untersuchung, daß eine Verschiedenheit der untersuchten Gruppen sehr wahrscheinlich ist.

Bei der Untersuchung an Hand der Myocardversorgung betrug die Zahl der Herzen 139.

Bei 10 Fällen war die Differenz zwischen den Prozentangaben so gering (weniger als 10% des größeren der beiden Prozentwerte), daß eine eindeutige Zuordnung zu einer der beiden Gruppen nicht sinnvoll erschien.

Ausgewertet wurden 22 Herzen mit einer dominierenden linken umschlingenden und 107 Herzen mit einer domi-

nierenden rechten Arterie:

Tab. 11

	"Linksdominanz"	"Rechtsdominanz"
Länge von <u>L</u> (Mittelwert)	0,56 cm	0,91 cm
Streubreite	0,501	0,482

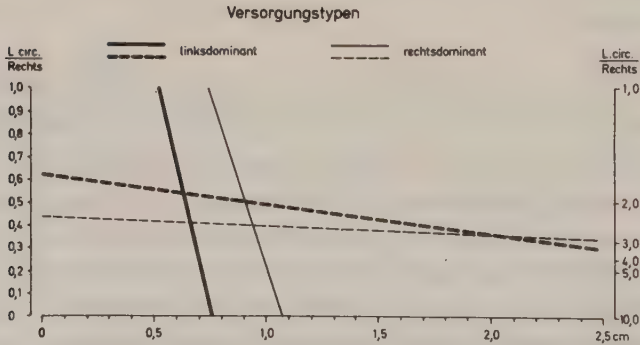
Die statistische Untersuchung dieser Längenmerkmale auf Gleichheit ergab eine Verschiedenheit auf dem 0,4%Niveau. Das bedeutet, daß bei einem gegenüber der rechten Kranzarterie größeren Versorgungsanteil des linken umschlingenden Gefäßes an der Myocardversorgung ein signifikant kürzerer gemeinsamer linker Hauptstamm L zu erwarten ist. Die Irrtumswahrscheinlichkeit liegt bei nur 0,41% ($p = 0,0041$).

Dieses Verhalten läßt sich auch noch bei Betrachtung der 50% - Grenze ansehen:

Tab. 12

1. Untersuchungsreihe:	Linksversorgungstyp	50% innerhalb v. 5 mm
	Normal	50% innerhalb v. 9 mm
	Rechts	50% innerhalb v. 10 mm
2. Untersuchungsreihe:	"Linksdominanz"	50% innerhalb v. 4 mm
	"Rechtsdominanz"	50% innerhalb v. 9 mm

Abb. 13 zeigt die Regressionsgeraden für die beiden letztgenannten Gruppen.



Die beiden ausgezogenen Geraden zeigen dabei das Verhalten der Länge von L (x) in Abhängigkeit zum Quotienten der Versorgungsanteile von $L_{\text{circ.}}/R$ (y). Dabei ist $L_{\text{circ.}}/R$ (y) im Falle einer "Linksdominanz" > 1 . Gemäß der Geradengleichung $x = a + by$ ist aus der Darstellung ersichtlich, daß bei einem bekannten $y > 1$ das gesuchte x in jedem Fall kleiner ist als bei

einem bekannten $y < 1$, zu erkennen an der nahezu parallelen Verschiebung der zwei Geraden gegeneinander. Auf unser Problem übertragen bedeutet das, daß beim Linksdominanztyp ($y = \frac{L_c}{R} > 1$) ein kürzerer Hauptstamm L, beim "Rechtsdominanztyp" ein längerer Hauptstamm L zu erwarten ist.

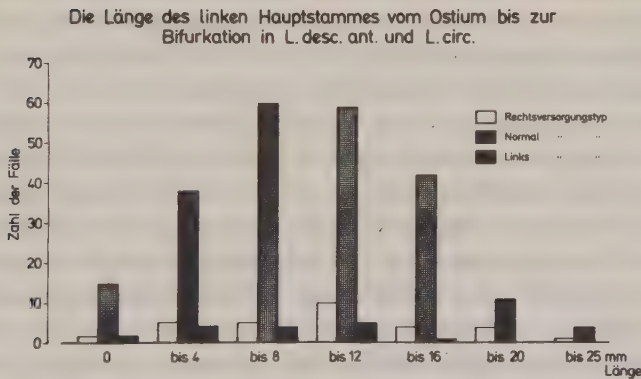


Abb. 14 zeigt die Verteilung der drei Versorgungstypen auf die Länge des linken Hauptstammes L.

4. DISKUSSION

4.1. Zur Methodik

Die "injection plus dissection method" gehört seit ihrer Einführung durch SCHLESINGER zu den Routinemethoden bei Untersuchungen an der Coronargefäßen. Die ausschließliche Sektionsuntersuchung oder die ausschließliche Beurteilung der Gefäßverhältnisse an Hand des Angiogramms sind ihr gegenüber mit einer größeren Fehlerwahrscheinlichkeit belastet. So können zum Beispiel bei der Längsinzision der Gefäße atheromatöse Polster leicht beschädigt werden oder frische Thromben leicht herausgelöst und somit das Bild verändert werden. Die Fehlermöglichkeiten bei der Angiographie wurden schon an anderer Stelle ausführlich besprochen. Die Kombination zweier voneinander nahezu unabhängiger Untersuchungsgänge gewährleistet demgegenüber erheblich genauere Aussagen. Die Methode SCHLESINGERS wurde von verschiedenen Autoren mehrfach modifiziert, besonders, um einen noch besseren Vergleich zu klinischen Daten zu ermöglichen und dazu etwaige methodische Unterschiede weitgehend auszuschließen. Hierher gehört zum Beispiel die Herabsetzung des Injektionsdruckes von 200 mm Hg, wie er von SCHLESINGER verwendet wurde. Der bei der vorliegenden Untersuchung verwendete Mitteldruck von 100 mm Hg erscheint uns am ehesten mit intravitalen Verhältnissen vergleichbar, er gewährleistet sicherlich eine ähnliche Belastung der Gefäßstrukturen wie bei einem intravitalen Eingriff. Die artefizielle Überdehnung der Gefäße und eine damit verbundene Kaschierung geringerer sklerotischer Wandinengungen,

wie sie von einigen Autoren (s.a. VLODAVER u. Mb.) angeführt wird, erscheint weitgehenst ausgeschlossen.

Gewisse Unterschiede lassen sich zwischen intravitaler und postmortaler Angiographie allerdings nie ausschließen, bedingt durch die Totenstarre und die dadurch verminderte Elastizität und erhöhte Rigidität der Wandstrukturen. Sie dürften allerdings recht gering sein.

Einem zweiten, schon in der Einleitung angesprochenen Vorwurf, die vom Pathologen untersuchten Fälle stellten eine spezielle Selektion dar, die mit klinischen Untersuchungen nicht zu vergleichen sei, konnte bei unserer Reihe nur zum Teil dadurch vorgebeugt werden, daß die Herzen bei Routinesektionen entnommen wurden und ihnen neben erkrankten auch eine Reihe unveränderter Herzen bis zu Neugeborenenherzen hin angehörte. Die bei der vorliegenden Arbeit durchgeführte besondere Meßmethode zur Ermittlung des Stenosegrades an Hand genauer, stark vergrößerter Zeichnungen und anschließender planimetrischer Messung der dargestellten Flächen hat sich aus zwei Gründen bewährt: Die auf die Fläche bezogenen Angaben über den Grad der Stenose bieten unter den gegebenen Voraussetzungen dieser Arbeit eine präzisere Aussage über die Restlichtung, als die bei der Angiographie nur möglichen linearen Angaben. Mit Hilfe der Flächenwerte kann eine genaue Angabe über tatsächliche Lumeneinengung geringeren bis höchsten Grades bis hin zu feinen Rekanalisationen gemacht werden, wobei Grenzwerte erfaßt werden können, die bei der Angiographie verborgen bleiben und auch bei anderen möglichen linearen Meßverfahren leicht zu verfälschten Werten führen können. Als zweites war es mit diesem Verfahren möglich, auch geringste Unterschiede z.B. zwischen benachbarten Segmenten zu erkennen, so daß

in jedem Fall auch die stärkste Stenose eines jeden Astes ausgewertet wurde. Auf die bei wenigen Fällen möglichen technischen Schwierigkeiten beim Schneiden des 4 mm-Blocks wurde schon im Ergebnisteil hingewiesen, so daß hier das Maximum der Stenose nicht ganz getroffen sein kann.

4.2. Zu den einzelnen Ergebnissen:

4.2.1. Die Verteilung der Stenosen auf die drei Gefäße R, Ld und Lc: Die Gesamtzahl der bei dieser Arbeit gemessenen Stenosen betrug 437. Davon entfielen auf die rechte Kranzarterie 36,8% (=161), auf die linke absteigende 39,1% (= 171) und auf die linke umschlingende 24,0% (= 105). Es zeigt sich also, daß bei einem etwa gleich häufigen Befall von R und Ld die linke umschlingende Arterie weniger oft Veränderungen aufweist. Die Angaben in der Literatur differieren bei diesem Thema erheblich. Während SCHLESINGER u. ZOLL, PITT u.Mb. und RODRIGUEZ u.Mb. unabhängig voneinander ebenfalls eine gleiche Beteiligung von R und Ld mit 35% - 38% gegenüber etwa 26% für Lc fanden, sprechen VLODAVER u. EDWARDS von einer stärkeren Beteiligung der rechten Kranzarterie und Frau WOLKOFF sowie BAROLDI, BERGER u. STARY, BLUMGART u. ZOLL, HALLERMANN, Le CAPON u.Mb., MITCHELL und PROUDFIT u.Mb. sahen einen stärkeren Befall von Ld.

Zu der Beobachtung von VLODAVER muß gesagt werden, daß die Unterschiede nicht sehr erheblich sind und sicherlich Verschiebungen zur einen oder anderen Seite hin möglich und sogar wahrscheinlich sind. Gleiches gilt für die Reihe der letztgenannten Autoren. Für die Untersuchungen von Frau WOLKOFF bleibt

noch hinzuzufügen, daß sich ihre Angaben besonders auf frühe Entwicklungsstadien der Coronarsklerose beziehen und sie selbst von einem späteren Angleichen der Werte spricht. Mit einem Durchschnittsalter von 66 Jahren dürfte dieser Angleichungsprozess schon zu weit vorgeschritten sein, um die von Frau WOLKOFF gesehenen Unterschiede noch erwarten zu können. Bestätigt werden können die Zweifel SCHLESINGER's an dem von einigen Untersuchern gebrauchten Begriff der linken Coronararterie als der "Arterie des Coronarverschlusses und des plötzlichen Coronartodes", wenn man die Verteilung der Stenosen mitbetrachtet.

4.2.2. Zur Lokalisation der Stenosen in den drei Gefäßen R, Ld u. Lc:

Die Literatur zu diesem Thema ist bisher nicht sehr umfangreich, meist finden sich zudem nur sehr indifferente Angaben zu einem ungefähren Verteilungsmuster innerhalb der einzelnen Gefäße. So fand BARMMEYER häufig eine mehr diffuse Verteilung der sklerotischen Läsionen in der rechten Arterie gegenüber einem mehr lokalisierten Typ in den beiden linken Gefäßen. BERGER u. STARY unterteilten bei ihrer Studie die Gefäße in drei gleiche Anteile und beschrieben eine deutliche Mehrbeteiligung des distalen Drittels bei R mit 33% gegenüber Ld (8,8%) und Lc (14,8%).

Einen ähnlichen Mehrbefall von R sahen auch VLODAVER u. EDWARDS bei gleichartiger Unterteilung der Gefäße. BAROLDI fand bei seinen Untersuchungen eine derartige Betonung peripherer Anteile von R nur bei Stenosen mit einer Lumeneinengung von mehr als 80%, während er bei allen übrigen Stenosen geringeren Grades solche mehr distal gelegenen eher in der linken umschlingen-

den Arterie vorfand. Umfangreichere Untersuchungen zu diesem Themankreis liegen bisher nur von SCHLESINGER u. ZOLL, RODRIGUEZ u.Mb. sowie MONTENEGRO u. EGGEN vor.

Da die Ergebnisse im einzelnen schon ausführlich in der Einleitung dargestellt worden sind, sollen sie hier nur noch einmal kurz zusammengefaßt werden. Die genannten Untersuchungen zeigen übereinstimmend für Ld und Lc einen rapiden Häufigkeitsanstieg arteriosklerotischer Läsionen innerhalb der ersten Zentimeter mit einem ebenso raschen Abfall nach 6 - 8 cm, bei der rechten Arterie findet sich gleichfalls ein erster Häufigkeitsgipfel bei 2 - 3 cm, man sieht jedoch bei 8 - 10 cm einen zweiten, kaum weniger ausgeprägten Gipfel. Diese Angaben decken sich mit unseren eigenen bezüglich der beiden linken Gefäße wie auch besonders bezüglich der "dromedarartigen" Verteilung innerhalb der rechten Arterie, was auch bei der Betrachtung der zugehörigen Säulengraphiken in Abb. 6a - c deutlich zum Ausdruck kommt. Die hierzu im Widerspruch stehenden Meinungen beschränken sich auf eine geringe Anzahl von Autoren. PITT u.Mb. konnten in ihren Untersuchungen keine Unterschiede zwischen den drei Gefäßen feststellen, HALLERMANN, sah sogar eine Bevorzugung des ersten Drittels von R. Hierzu müssen allerdings einige Einschränkungen gemacht werden: PITT u.Mb. beziehen sich in ihrer Arbeit zwar auf die Untersuchungen und die Methodik von SCHLESINGER, die sie auch verwenden, sie betrachten jedoch nur vollständige Gefäßverschlüsse und ihre Relation zum Versorgungstyp und Infarkthäufigkeit. Ihre Angaben zur Lokalisation scheinen aber weniger in direktem Gegensatz zu den vorherigen zu stehen, wahrscheinlich sind die kleineren Verschlüsse in den peripheren

Abschnitten einfach weniger beachtet worden.

Nur so ist es zu verstehen, daß die Ergebnisse von SCHLESINGER bezüglich der Verteilung in den proximaleren Abschnitten voll bestätigt werden, während auf die Befunde in der Peripherie weder bestätigend noch widersprechend überhaupt eingegangen wird. Zu den Ergebnissen von HALLERMANN ist nur zu sagen, daß er sich einerseits fast ausschließlich nur mit akuten thrombotischen Verschlüssen befaßt hat und andererseits die Lokalisationsangaben mehr auf Schätzungen beruhen, die sich ebenfalls mehr auf die proximalen Anteile mit den Verschlüssen größerer Gefäßkaliber beschränken. Die Unterschiede zwischen den beiden letztgenannten Untersuchungen und den vorhergehenden nur durch die ausschließliche Beachtung von Verschlüssen zu begründen erscheint unzureichend, da BERGER, STARY u.a. gerade auch bei schwersten Stenosen und vollständigen Verschlüssen eine Betonung der Peripherie bei R fanden. Es sei hier noch einmal darauf hingewiesen, daß unsere eigenen Untersuchungen gleichfalls primär höchstgradige Einengungen und Verschlüsse betreffen und somit auch die Beobachtungen von BERGER u. STARY bestätigen können.

Eine wichtige und schon oft diskutierte Frage nach diesen Ergebnissen ist die nach einer Begründung für das unterschiedliche Verhalten der drei Coronargefäße. Die meisten Autoren beschreiben einen Zusammenhang zwischen lokalen Strömungsbesonderheiten und der verstärkten Ausbildung arteriosklerotischer Veränderungen.

So ist es bemerkenswert, daß die proximaler gelegenen Stenosen der linken absteigenden Arterie meist in der Nachbarschaft des Abgangs von Lc liegen und auch im

weiteren Verlauf bevorzugt die Umgebung größerer Gefäße befallen wird. Wahrscheinlich begünstigen an diesen Stellen entstehende Turbulenzen (s. BAROLDI, VLODAVER u. EDWARDS) einerseits die Ausbildung atheromatöser Polster sowie durch die Verlagerung der Thrombozyten in den Randströmungsbereich und durch eine Mikrotraumatisierung der Gefäßwände auch darüberhinaus die Bildung von Thromben. Von einigen Untersuchern (s. MITCHELL u. Mb., BAROLDI) wird auch eine besondere Belastung der linken absteigenden Arterie in der Systole durch die Längsverkürzung des Herzens mit einer mehrfachen Abknickung des Gefäßes angeführt. Dagegen sprechen allerdings sehr umfangreiche Untersuchungsreihen von RUSHMER zur funktionellen Anatomie der Herzkontraktion. Er fand zwar bei seinen Untersuchungen in der zweiten Phase der Systole eine Verkürzung des Herzens in Achsenrichtung mit einer Annäherung von Klappenebene und Apex, er weist aber auch darauf hin, daß "da sich das Kammerseptum kaum verkürzt, auch der Abstand zwischen Aortenwurzel und Apex sich während der Systole kaum verändert".

Gerade eine Verkürzung dieses Abstandes wäre aber notwendig, um eine Stauchung des linken absteigenden Astes zu erreichen. Zweifellos bedürfen alle angeführten Theorien noch ausführlicher Untersuchungen. Die eigenen Ergebnisse können allenfalls bestätigen, daß bei Betrachtung des gesamten linken absteigenden Astes ohne Berücksichtigung von L ein großer Teil der Veränderungen in der Tat in einem Bereich liegt, der sich kurz hinter dem üblichen Abgang des linken umschlingenden Astes befindet.

Einiges mehr läßt sich zu den therapeutischen und prognostischen Konsequenzen der Ergebnisse sagen.

Die eigenen Untersuchungen beziehen sich jeweils auf die stärkste Lumeneinschränkung innerhalb eines Coronargefäßes. Nach eigenen Erfahrungen und an Hand von Profilzeichnungen des gesamten Gefäßsystems der Herzen befindet sich diese Bezugsstelle meist im Zentrum eines mehr oder weniger ausgedehnten sklerotischen Polsters, das von proximal her bis zu ihr hin zunimmt, um dann im weiteren Verlauf nach distal hin wieder abzunehmen. Bezüglich einer chirurgischen Therapie bedeutet dies, daß eine Anastomose mit dem überbrückenden Venenstück meist erst weiter distal von den gemessenen Abständen durchgeführt werden kann.

Unter zusätzlicher Berücksichtigung dieser Tatsache kann aus den vorliegenden Ergebnissen geschlossen werden, daß die Voraussetzungen für einen coronarchirurgischen Eingriff am rechten oder an den beiden linken Ästen grundsätzlich unterschiedlich zu beurteilen sind.

BERGER u. STARY beschreiben in fast allen von ihnen untersuchten Fällen die Möglichkeit zu einer Anastomose im distalen Gefäßdrittel, sie vermerken jedoch, daß bei einer mehr diffusen Sklerose gerade des peripheren Anteils der rechten Kranzarterie die Möglichkeiten hierzu eingeschränkt wären. Zu ähnlichen Ergebnissen kommt auch BARMEYER, der zwar ebenfalls bei allen drei Ästen eine diffuse Sklerose, bei Ld und Lc aber mit einer Aussparung der distalen Anteile fand, während bei R auch diese meist befallen waren.

In Übereinstimmung mit den eigenen Ergebnissen hat dies für die Indikationsstellung zu einer chirurgischen Intervention an der rechten Kranzarterie folgende Konsequenz: Bei den eigenen Untersuchungen

fanden sich sklerotische Läsionen durchschnittlich in einem Abstand von 4,73 cm vom Ostium. Gehen wir davon aus, daß die Stenose nicht punktförmig, sondern, wie schon eingangs erklärt, meist über eine etwas größere Distanz das Gefäß befällt, so bedeutet das, daß eine Anastomose frühestens im mittleren Gefäß-drittel angelegt werden kann. Bei einer Gesamtzahl von 161 Stenosen fanden sich noch 20, also etwa 12,5% in einer Entfernung von mehr als 9 cm vom Ostium, 10 davon weiter als 10 cm entfernt (s.a. Abb. 6a-c), in einem Bereich also, in dem eine Anastomose mit einem künstlichen Kollateralgefäß oder mit einem extrakardialen Gefäß (A.mammaria int.) Schwierigkeiten machen muß. Zu bedenken ist ferner, daß außer der stärksten Stenose oft noch zusätzliche, peripher davon gelegene, geringere Stenosen bestehen.

Ganz anders sind die Aussichten für eine Operabilität bei den beiden linken Ästen. Bei Ld liegen von 171 Stenosen gerade noch 3 über 7 cm, über 9 cm ist es gerade noch eine und über 10 cm hinaus fanden sich keine Stenosen mehr mit einer Lumeneinengung von mehr als 50% (bezogen auf die Fläche!). Die Verhältnisse bei Lc unterscheiden sich davon nur geringfügig, hier finden sich von 105 noch 3 Stenosen in einem Abstand von mehr als 9 cm vom Ostium, distal von 10 cm jedoch ebenfalls keine mehr. Abb. 6a-c aus dem Ergebnisteil zeigen das unterschiedliche Verhalten der drei Gefäße noch einmal auf einen Blick und verdeutlichen dabei die Problematik für den rechten Ast:

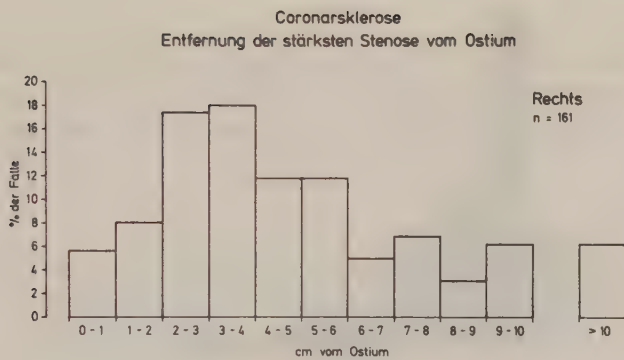


Abb. 6 a

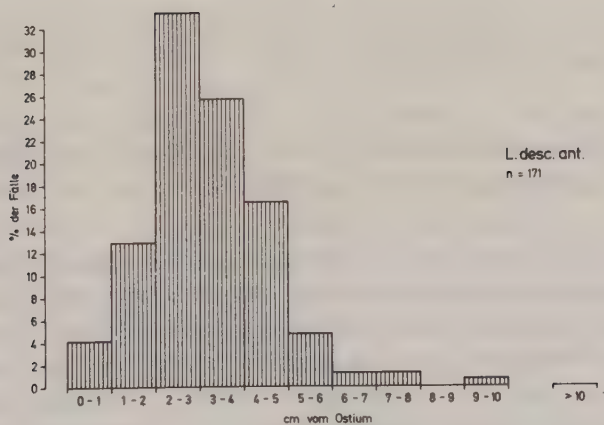


Abb. 6 b

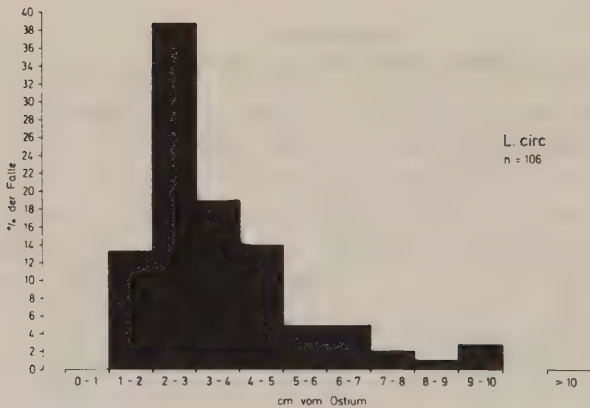


Abb. 6 c

Diese wird noch verstärkt durch die im folgenden zu besprechenden Befunde:

4.2.3. Zur Größe des Restlumens an der Stelle höchstgradiger Einengung eines Gefäßes:

Wie schon begründet, können die bei den Ergebnissen aufgeführten Werte nicht dazu verwendet werden, allgemeine Aussagen über den Schweregrad der sklerotischen Veränderungen zu machen. Sie geben nur den durchschnittlichen Grad der für jedes einzelne Gefäß ermittelten schwersten Stenose an. Man kann jedoch daraus ersehen, daß die für den Blutstrom limitierende größte Einengung des Lumens bei der rechten Arterie im Durchschnitt stärker ist als bei den linken, der Blutstrom an dieser Stelle also stärker beeinflusst wird in diesem Gefäß. Im Zusammen-

hang mit dem vorher gesagten und mit den Befunden zur Lumenform und -lage bedeutet das eine weitere Erschwerung der Therapie und Verschlechterung der Prognose.

4.2.4. Zur Lokalisation coronarsklerotischer Veränderungen unter dem Einfluß verschiedener Risikofaktoren:

Die Literatur zum Einfluß verschiedener Risikofaktoren auf die Ausbildung der Coronarsklerose ist in letzter Zeit kaum noch zu übersehen (HORT u. NAUTH).

Veröffentlichungen zum Thema der Lokalisation sind dagegen recht selten. Es bleibt nur die Möglichkeit einer kurzen Gegenüberstellung der Arbeiten von BÄURLE, SCHIMKAT u. KATHKE und LIEBEGOTT sowie der angiographischen Studie von RASSON u. VAN DER STRAETEN zu unseren eigenen Ergebnissen. Die Untersuchungen von TAKEUCHI u. Mb. an Kaninchen sollen hier nicht noch einmal aufgegriffen werden, da ihre Vergleichbarkeit mit menschlichen Daten doch fraglich ist. Ebenfalls verzichtet werden soll auf eine erneute Kritik an den Untersuchungen der genannten Autoren, die Problematik dieser Arbeiten wurde schon in der Einleitung ausführlich dargestellt. Ihr Ergebnis läßt sich dahin gehend zusammenfassen, daß unter dem Einfluß der Hypertonie sich bevorzugt sklerotische Veränderungen auch in der Peripherie der Coronargefäße ausbilden bis hin zu den intramuralen kleinen Arteriolen. Zu den eigenen Befunden läßt sich folgendes sagen: Ein signifikanter

Unterschied zwischen den vergleichbaren Gruppen besteht nicht. Einzig der Wert jener Gruppe unter dem Einfluß der Hypercholesterinämie unterscheidet sich deutlich von den anderen, bei der geringen Fallzahl und der damit verbundenen größeren Irrtumswahrscheinlichkeit kann er jedoch nur als Andeutung einer Tendenz gewertet werden. Bei einem Vergleich der einzelnen Gruppen untereinander zeigt sich für die Hypertonie und auch für den Diabetes mellitus eine geringe Verlagerung hin zu distaleren Lokalisationen der Stenosen, besonders bei Beachtung jener Gruppen, bei denen Hypertonie oder Diabetes sowie ein zweiter veränderlicher Risikofaktor bekannt waren.

Vergleicht man die Ergebnisse für diese beiden Risikofaktoren jedoch mit jenen der Eingangsuntersuchung aller Stenosen, so sieht man, daß die angegebenen Werte nur die obere Grenze, die Werte für andere Gruppen die untere Grenze der Streuung für den bei der Untersuchung aller Stenosen errechneten Mittelwert bilden, sich von diesem aber nicht signifikant unterscheiden. Die postulierte mehr periphere Lage der Stenosen bei Hypertonie konnte also absolut gesehen nicht bestätigt werden. Ein Grund hierfür mag sein, daß bei unserer Untersuchung die kleinen subepikardialen und intramuralen Äste, die hiervon am stärksten betroffen sind, nicht erfaßt wurden.

Wie kann man nun das insgesamt negative Ergebnis dieser Untersuchungen bezüglich eines Einflusses verschiedener Risikofaktoren auf die Lokalisation der Coronarsklerose verstehen, sieht man einmal von den geringeren Verschiebungen innerhalb der verschiedenen Gruppen ab. Wie kommt es, daß es für

die Lokalisation keine Rolle spielt, ob der Patient unter dem Einfluß eines oder unter dem Einfluß vierer Risikofaktoren gestanden hat?

Ohne weitere morphologische Untersuchungen wird eine endgültige Antwort hierauf schwer zu erhalten sein. RISSANEN u.Mb. vermuten für das Zigarettenrauchen weniger eine Induzierung als vielmehr eine verstärkte Förderung des arteriosklerotischen Prozesses. VLODAVER u. EDWARDS sehen einen Beginn der Gefäßwandveränderungen schon in der frühesten Säuglingszeit als eine Antwort auf den "hämodynamischen Streß" dieses postnatalen Zeitraums, andere Autoren machen, wie schon oben ausgeführt, hämodynamische Besonderheiten für die Einleitung dieses Prozesses verantwortlich.

Betrachtet man die Ergebnisse einmal unter diesen, allerdings noch hypothetischen Bedingungen für die Ausbildung der Sklerose, so fänden die verschiedenen Risikofaktoren meist schon ein "vorgeprägtes Feld" vor, zu dessen Verstärkung und Vergrößerung sie dann nur noch beizutragen hätten. Dies könnte die relativ gleichförmige Auswirkung aller Risikofaktoren erklären.

Für die Praxis ergeben sich aus unseren Ergebnissen folgende Konsequenzen: Unter dem Einfluß verschiedener Risikofaktoren finden sich keine signifikant unterschiedlichen Lokalisationen. Bei der Frage einer chirurgischen Therapie spielt deshalb dieser Einfluß der Risikofaktoren keine Rolle. Dies gilt auch für die Hypertonie und den Diabetes mellitus. Die Veränderungen, die unter diesen beiden Risikofaktoren gesehen wurden, beziehen sich nur auf den Vergleich der verschiedenen Risikofaktorguppen untereinander,

zu der Gesamtgruppe untersuchter Stenosen bestehen keine sichtbaren Unterschiede. Einzig die oft zitierte Sklerose der kleinen Äste unter Hypertonie würde die Prognose als zusätzliche periphere Ischaemieursache verschlechtern können. Dies nur als ein Hinweis, daß die negativen Ergebnisse unserer Untersuchungen keinesfalls eine Verneinung eines Einflusses von Risikofaktoren auf den gesamten coronaren Gefäßbaum bedeuten, sie machen nur eine Aussage bezüglich der großen subepikardialen Hauptstämme.

Die Werte für die Restlumina haben keine praktische Bedeutung, da zu einem Vergleich auch jene Fälle mit einer Sklerose von weniger als 50% Lumeneinschränkung oder ohne sklerotische Veränderungen hinzugezogen werden müßten, um z.B. unterschiedliche Schweregrade zwischen den Gruppen ohne und mit Risikofaktorbelastung erkennen zu können.

4.2.5. Zur Lumenlage und -form sowie zur Häufigkeit unveränderter Intimaabschnitte:

Die Bedeutung der ersten beiden Parameter für die Beurteilung sowohl intravitaler wie auch postmortaler Angiogramme wurde schon ausführlich dargelegt. VLODAVER u.Mb. heben in ihrer schon zitierten Arbeit zu diesem Thema besonders zwei Gründe hervor, die zu fehlerhaften Befunden angiographischer Untersuchungen führen können: Einerseits die bei diffuser Sklerose erschwerten Vergleichsmöglichkeiten zu gesunden Gefäßpartien, andererseits die Vortäuschung falscher Verhältnisse durch unglückliche Projektionen bestimmter Lumenformen,

wobei gerade schlitzförmige Lumina zu fatalen Fehleinschätzungen Anlaß geben können. Ein höchstgradig eingengter Gefäßabschnitt kann unter unglücklichen Umständen im Röntgenbild als nahezu unverändert imponieren, was schwerwiegend falsche therapeutische Konsequenzen zur Folge haben kann. Es ist also von einigem Interesse, festzustellen in einem wie hohen Prozentsatz derartige Lumenformen überhaupt vorkommen, oder ob wir es hierbei mit absoluten Raritäten zu tun haben. Bei unseren Untersuchungen fanden sich schlitzförmige Lumina im strengsten Sinne in 6,53%, hierzu kommt sicherlich noch eine Reihe ovaler Lumenformen, die streng genommen nicht schlitzförmig sind, aber dennoch Anlaß zu Fehleinschätzungen geben können. Man kann also insgesamt von einer Häufigkeit um die 10% ausgehen, einer nicht sehr großen Zahl, die aber dennoch Anlaß genug sein sollte, angiographische Darstellungen besonders intravital in möglichst vielen Ebenen durchzuführen, um dieses Risiko noch weiter zu vermindern. In diesem Zusammenhang soll auch noch einmal auf die statistisch abgesicherten erheblichen Unterschiede zwischen den drei Gefäßen bezüglich dieses Merkmals hingewiesen werden. Gegenüber 3,25% bzw. 5,48% für die beiden linken Äste lag bei der rechten Arterie der Anteil schlitzförmiger Lumina bei 10,06%. Damit ist die Diagnostik bei Veränderungen des rechten Astes zusätzlich erschwert.

Das Vorhandensein von Resten unveränderter Intima ist besonders für die Richtung der konservativen Therapie von Bedeutung. Die von der pharmazeutischen Industrie angebotenen sogenannten Koronardilatatoren sollen neben einer Förderung der

Kollateralenbildung auch zu einer Erweiterung des betroffenen Gefäßes beitragen. Hierzu ist jedoch ohne Zweifel ein größerer Anteil unveränderter Intima als Lumenbegrenzung erforderlich. VLODAVER u. EDWARDS beschreiben in ihrer Arbeit einen Typ der Arteriosklerose, der sich nur an einer Stelle des Lumens durch schichtweise Aufeinanderlagerung immer neuer Schübe ausbreitet, während der gegenüberliegende Intimaabschnitt verschont bleibt, der sich dann wie ein Brückenbogen über das Flußbett der Arteriosklerose spannt. In diesem Fall wäre eine gewisse Wanddehnung auf der gesunden Seite auf medikamentösem Wege noch möglich und könnte bei Gefäßen größeren Kalibers eventuell auch eine Verbesserung des Blutflusses bewirken. Bei unseren Untersuchungen fanden sich unter Berücksichtigung aller Fälle, ohne Beachtung von Gefäßkalibern o.Ä., zwischen 11,8%(R) und 32,95% (Lc). Ein Teil dieser Fälle befand sich jedoch in peripheren Gefäßbezirken mit einem sehr kleinen Gefäßkaliber, so daß bei ihnen der therapeutische Effekt in Bedeutung und Möglichkeit sehr fraglich erscheint. Man kann also prinzipiell für alle drei Arterien, besonders jedoch für die rechte, nach unseren Ergebnissen die Möglichkeiten einer Coronardilatation als sehr beschränkt bezeichnen, der Wirkungsbereich der genannten Medikamente wird sich dementsprechend auf die Förderung der Ausbildung von Kollateralen oder Arteriolen konzentrieren.

4.2.6. Abschließende Betrachtung

Die vorliegenden Untersuchungen haben gezeigt, daß in der Beurteilung arteriosklerotischer Prozesse ein Unterschied gemacht werden muß zwischen den beiden linken Ästen einerseits und dem rechten auf der anderen. Betrachten wir die Diagnostik, so finden wir bei R den größten Anteil schlitzförmiger Lumina, die Möglichkeit von Fehleinschätzungen ist also sicherlich erheblich größer als bei den anderen beiden Ästen. Für eine konservative Beeinflussung der Lumenweite stehen die Chancen ebenfalls sehr schlecht, wir haben es hier bei den allermeisten Herzen mit einem Befall der gesamten Intimacircumferenz zu tun, während bei den anderen beiden Gefäßen wenigstens öfter noch unveränderte Intimateile stehengeblieben sind. Betrachtet man die Frage der Indikation zu einem chirurgischen Vorgehen, so muß man bei R mit einer eingeschränkten Zahl von Fällen rechnen, die jener Therapie zugeführt werden können, zumindest, was die Bypass Operationen betrifft. Offengelassen werden muß, in wie weit hier noch in einigen Fällen der Versuch einer direkten Implantation der A. mammaria int. angebracht wäre. Für die beiden linken Äste sind die Voraussetzungen sicherlich besser zu beurteilen, da die distalen Gefäßabschnitte nur selten höchstgradige Stenosen aufweisen und damit für eine Anastomose ausfallen. Ein Wort zur Größe des Restlumens: Auch hier erreicht die höchstgradige Lumeneinschränkung im rechten Gefäß ihre höchsten Werte, eine Beobachtung, die auch schon von PROUDFIT u.Mb. ähnlich beschrieben wurde, die die meisten totalen Verschlüsse bei R fanden, die

meisten mittleren bis hochgradigen Einengungen mehr bei Ld und die leichteren Veränderungen meist bei Lc beobachteten.

Die verschiedenen Risikofaktoren haben, auch in Kombination, keinen wesentlichen Einfluß auf die Lokalisation der sklerotischen Veränderungen in den großen subepikardialen Ästen. Greift man zum Abschluß noch einmal die schon von SCHLESINGER u. ZOLL kritisierte Bezeichnung der "Arterie des Coronarverschlusses" auf, und wandelt man ihn etwas ab zu einer "Arterie der Coronarsklerose", so ist eine Zuordnung eines Gefäßes zu dem Begriff kaum möglich, dieser also schlechthin fraglich. Aus den vorliegenden Untersuchungen läßt sich ersehen, daß die rechte Arterie oft besonders stark befallen ist. Bedenkt man dagegen, daß die linke absteigende Arterie meist den größten Anteil aller drei Gefäße an der Versorgung der Muskulatur hat, und daß sie zudem auch mit am häufigsten von sklerotischen Prozessen befallen wird, so erscheint dies unter Umständen noch schwerer zu wiegen. Eigentlich kann man nur eine Zuordnung dieses Begriffes zu Lc ausschließen. Dieses Gefäß ist seltener von sklerotischen Prozessen befallen und außerdem sein Anteil an der Versorgung des Myocards meist am geringsten.

4.2.7. Zur Länge des linken Hauptstammes bis zur Bifurkation:

Die Bedeutung dieses Themas hat sich erst in letzter Zeit im Zusammenhang mit Klappenersatzoperationen und der dabei teilweise notwendigen künstlichen Perfusion der Coronargefäße herausgestellt. Dementsprechend ist die Zahl der Veröffentlichungen zu dieser Frage bisher sehr gering. Die Ergebnisse der einzelnen Autoren wurden schon in der Einleitung aufgeführt, sie decken sich im wesentlichen mit unseren Meßwerten: Innerhalb der ersten 10 mm lagen 66,3% innerhalb der ersten 5 mm waren es 34,42%. 50% aller Werte fanden sich innerhalb der ersten 9 mm. Die durchschnittliche Länge mit 0,87 cm deckt sich auch sehr gut mit den Werten anderer Untersucher. Abb. 14 des Ergebnisteils veranschaulicht die Ergebnisse noch einmal und ermöglicht auch einen Vergleich mit den Darstellungen der anderen Untersuchungen zu diesem Thema. Besonders soll hier noch auf die Arbeit von KRONZON u.Mb. eingegangen werden: Sie untersuchten erstmals einen Zusammenhang zwischen der Länge des gemeinsamen linken Hauptstammes und den verschiedenen Versorgungstypen. Dabei verwendeten sie eine von SCHLESINGER vorgeschlagene Typeneinteilung, nach der bei Abgang des Ramus desc.post. aus der linken umschlingenden Kranzarterie ein Linksversorgungstyp, bei seinem Abgang aus der rechten Kranzarterie entsprechend ein Rechtsversorgungstyp vorliegt. Be- kommt der hintere absteigende Ast Zuflüsse aus beiden Gefäßen, so handelt es sich um einen sogenannten balancierten Typ. Diese Einteilung ist besonders unter Berücksichtigung funktioneller Ge-

sichtspunkte problematisch. Der auch bei den eigenen Untersuchungen dominierende Normalversorgungstyp findet bei dieser Unterscheidung gar keine Beachtung, die Abgrenzung des etwa dem entsprechenden balancierten Typs erscheint mehr oder minder willkürlich. (Es sei hierbei noch einmal auf die Arbeit von W. HORT und H. KALBFLEISCH verwiesen, die sich auch ausführlich mit diesem Thema befaßt und der die Unterlagen zu den einzelnen Versorgungstypen für diese Arbeit entstammen). So ist auch die Auswertung KRONZONS und seiner Mitarbeiter durch diese unklare Abgrenzung belastet, sie fassen dabei ohne weitere Begründung balancierten und Rechtsversorgungstyp zu einer Gruppe zusammen und vergleichen diese dann mit dem Linksversorgungstyp. Die erhaltenen Ergebnisse mit einer Länge von 3,1 mm für L bei einem Linksversorgungstyp und 11,6 mm für einen Rechtsversorgungstyp sind sicherlich beeindruckend, werden aber auch durch die weiteren Befunde in ihrer Eindeutigkeit doch etwas herabgemindert: KRONZON u.Mb. finden zwar von 10 linken Hauptstämmen bei Linksversorgungstyp 9 innerhalb von 5 mm, also 90%, der Grenzwert von 5 mm erscheint aber hierbei nicht sehr aussagekräftig, schon FOX u.Mb. fanden z.B. in einer ihrer Untersuchungsreihen, bei 100 unselektionierten Fällen, 73% innerhalb von 6 mm. Eine bessere Aussage ergeben die nur 7 Fälle von 90 bei Rechtsversorgungstyp innerhalb von 5 mm, man muß allerdings beachten, daß KRONZON u.Mb. schon bei ihrem gesamten Kollektiv mit 10,4 mm einen durchschnittlich beträchtlich längeren linken Hauptstamm L fanden als die übrigen Untersucher, so FOX u.Mb. mit 9,5 mm und HELWING mit 8,8 mm, einem Ergebnis, das mit unseren 8,7 mm sehr gut korreliert.

Am Rande soll noch kurz vermerkt werden, daß der von KRONZON u.Mb. verwendete Students t - Test zur statistischen Untersuchung bei einem derartigen nicht normal verteilten Kollektiv ebenfalls problematisch ist.

Unsere eigenen Ergebnisse bestätigen grundsätzlich jene von KRONZON, allerdings treten sie bei der verwendeten Typeneinteilung weniger deutlich hervor. Die statistische Untersuchung trug hierbei der asymmetrischen Verteilung der Werte Rechnung.

Besonders sei in diesem Zusammenhang darauf hingewiesen, daß bei der Berücksichtigung der Anteile von R und Lc an der Versorgung des Myocards die Befunde erheblich deutlicher hervortreten. Bei dieser Einteilung geht neben rein anatomischen Daten auch die funktionelle Bedeutung der einzelnen Äste in das Ergebnis ein, so zum Beispiel das Vorhandensein größerer Seitenäste.

4.2.7.1. Welche Konsequenzen kann man aus den gewonnenen Ergebnissen ziehen?

4.2.7.1.1. Ein stärker ausgeprägter linker umschlingender Coronarast ist signifikant häufiger mit einem kurzen linken Stamm L verbunden, ein stärker ausgeprägter rechter Ast häufiger mit einem längeren linken Hauptstamm.

4.2.7.1.2. Bei der künstlichen Perfusion der linken Kranzarterie ist bezüglich Auswahl und Einbringung der Perfusionskatheter besondere Vorsicht geboten. Dieser Befund deckt sich mit jenen anderer Autoren. Nach den eigenen Ergebnissen der letzten Untersuchung

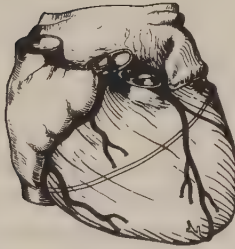
gilt diese Vorsicht besonders bei einem sogenannten Linksversorgungstyp, der sich angiographisch feststellen läßt. In diesen Fällen muß im Durchschnitt mit einem besonders kurzen linken Hauptstamm gerechnet werden, die Möglichkeit eines artefiziellen Verschlusses von Lc ist hier also häufiger gegeben. Dies ist um so folgenschwerer, als in diesen Fällen gerade die linke umschlingende Arterie einen großen Anteil an der Myocardversorgung hat. Die Auswahl eines Katheters unter diesen Gesichtspunkten kann sicherlich zur Vermeidung von Zwischenfällen oder Folgeschäden einer Klappenoperation beitragen.

4.2.7.2. Möglichkeiten einer Erklärung:

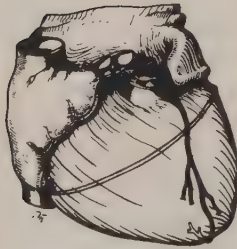
Die Frage nach einer Begründung der geschilderten Zusammenhänge ist kaum mit einer Bestimmtheit zu beantworten, bisher existieren nur Spekulationen. KRONZON u.Mb. vermuten eine gemeinsame embryonale Determination beider Merkmale. Für diese Theorie könnte einiges sprechen, zumal rein geometrische Veränderungen, so z.B. die Kaliberzunahme von Lc mit einer Verschiebung des oberen Gefäßrandes in Richtung Ostium und einer damit verbundenen scheinbaren Verkürzung von L sicherlich kaum die gesamte Differenz erklären können. Wir haben deshalb versucht, an Hand der Zeichnungen in Abb. 15 einmal die extremen Verhältnisse darzustellen.



A



B



C

Abb. 15

Hierbei gehen wir nicht wie KRONZON u.Mb. von einer gemeinsamen Determination voneinander unabhängig sich entwickelnder Merkmale, sondern von einem ursächlichen, möglicherweise schon embryonal determinierten Zusammenhang aus. In A ist ein Herz mit einem normalen Gefäßmuster dargestellt, nach unserer Einteilung also etwa

ein Normalversorgungstyp. B zeigt nun das eine davon abweichende Extrem bewußt etwas überzeichnet: Der rechte Ast ist erheblich stärker ausgebildet, er umschlingt das gesamte Herz von hinten und endet erst an der linken Kante, der linke umschlingende Ast ist dem entsprechend stark hypoplastisch gerade noch als eine Art Diagonalast von Ld zu erkennen. Wir hätten es also hier mit der einen anlagebedingten Variante der Norm zu tun, deren extremes Gegenbeispiel in C dargestellt ist. Hierzu sei noch einmal auf die Beobachtung von JAMES verwiesen, die auch am eigenen Sektionsgut bestätigt werden konnte, allerdings extrem selten ist, nämlich das Vorhandensein eines eigenen Ostiums von Lc. Abb. 15 C zeigt diesen Fall mit einem völlig eigenständigen kräftigen linken umschlingenden Ast, der jetzt seinerseits bis zur rechten Kante zieht, während in diesem Fall der rechte Ast hypoplastisch erscheint. Wir hätten es also von vorn herein mit drei möglichen Anlagetypen zu tun, einem Normaltyp, einem Rechtsversorgungstyp, bei dem der linke Ast zu einem reinen Nebenast von Ld zurückgebildet ist und einem Linksversorgungstyp, bei dem sich Lc zu einem vollständig eigenen Gefäß mit eigenem Ostium entwickelt. Die meisten bei der Untersuchung gefundenen Versorgungstypen liegen sicherlich zwischen diesen Extremfällen, die nur zu einer besseren Erklärung dargestellt wurden.

Zusammenfassung:

Die vorliegende Arbeit befaßt sich mit zwei Themen aus der Coronarpathologie:

- a) An einer Reihe von 320 Herzen wurde die Frage untersucht, in welchem Abstand vom Ostium sich die jeweils höchstgradigste Stenose in den 3 Hauptcoronarstämmen, der rechten, der linken absteigenden und der linken umschlingenden Kranzarterie , befindet.

Histologische Präparate aus dem Bereich der stärksten Stenose wurden vergrößert gezeichnet und die Flächen von Lumen, Intima und Media planimetriert.

Berücksichtigt wurden nur Stenosierungen mit einer Einengung von mehr als 50%, bezogen auf die unveränderte Lumenfläche.

Stenosen eines solchen Ausmaßes wurden bei 118 Herzen vermißt. Bei den übrigen 202 Herzen lagen insgesamt 437 derartige deutliche bis hochgradige Stenosen oder komplette Verschlüsse vor. Unter Berücksichtigung nur jeweils einer Stenose pro Ast ergab sich daraus ein durchschnittlicher Befall von 2 (2,16) Ästen pro Herz. Der an postmortalen Coronarangiogrammen ermittelte durchschnittliche Abstand der höchstgradigen Stenose lag bei

R	(n=161)	4,73 cm
Ld	(n=171)	3,13 cm
Lc	(n=105)	3,82 cm

vom Ostium entfernt.

Die Lokalisation von Stenosen der oben definierten Stärke unterscheidet sich für die rechte Coronararterie signifikant von jener in den beiden linken Ästen ($p \leq 0,005$). Nach diesen Ergebnissen sollte in einem zweiten Schritt untersucht werden, ob die ermittelten Lokalisationen unter dem Einfluß verschiedener Risikofaktoren Veränderungen erfahren. Berücksichtigt wurden dazu: Blutdruck (syst. ≥ 160 , diast. ≥ 95), Blutzucker (≥ 120 mg%), Serum-Cholesterin (≥ 260 mg%) und Zigarettenrauchen (≥ 10 /die).

Sowohl unter dem Einfluß jeweils eines Risikofaktors, als auch unter Einwirkung mehrerer Faktoren in unterschiedlichen Kombinationen bis zu maximal vier gleichzeitig vorhandenen Risikofaktoren konnte keine signifikante Veränderung in der Lokalisation von höchstgradigsten Stenosen in einem der 3 Hauptstämme beobachtet werden. Es muß hier darauf hingewiesen werden, daß die weiteren Gefäßaufzweigungen bis hin zu den Arteriolen nicht mit erfaßt worden sind.

Die stenosierten Restlumina waren in etwa der Hälfte der Fälle nicht gleichmäßig von sklerotischer Intima umgeben, sondern lagen leicht exzentrisch. Sie waren meist rund oder oval, einzig bei dem rechten Ast fiel eine besondere Häufung der schlitzförmigen Lumina mit 10% gegenüber linkem absteigenden (5,5 %) und linkem umschlingendem Ast (3,3 %) auf, ein Befund, der bei der Begutachtung von Angiogrammen besondere Beachtung verdient. Reste unveränderter Intima fanden sich hingegen im rechten Ast deutlich seltener (12 %) gegenüber dem linken absteigenden (20,6 %) und dem linken umschlingenden Ast (33 %).

- b) In einer zweiten Untersuchungsreihe wurden von 276 Herzen mit Hilfe der postmortalen Coronarangiogramme die Längen des gemeinsamen Hauptstammes der linken Coronararterie ermittelt und in Beziehung gesetzt zu dem jeweiligen Versorgungstyp des Herzens. Es fand sich bei Rechtsversorgungstypen (n=31) eine durchschnittliche Länge von 1,02 cm, bei Normalversorgungstypen (n=229) von 0,86 cm und bei Linksversorgungstypen (n=16) von 0,63 cm. Diese Differenzen sind statistisch nicht signifikant. Darauf wurde an 139 Herzen dieser Reihe, bei denen die Größe der Versorgungsgebiete der einzelnen Coronararterien bestimmt worden war, geprüft, ob ein Zusammenhang zwischen der Länge des linken Hauptstammes und der Größe der Versorgungsgebiete der rechten Coronararterie und der umschlingenden linken Coronararterie besteht. Bei 10 Herzen waren die Versorgungsgebiete von der rechten und der linken umschlingenden Coronararterie etwa gleich groß. Bei 22 Herzen mit einem deutlich größeren Versorgungsgebiet des linken umschlingenden Astes fand sich für den linken Hauptstamm eine durchschnittliche Länge von 0,56 cm, bei den 107 Herzen mit einer dominierenden rechten Kranzarterie war der linke Hauptstamm dagegen durchschnittlich 0,91 cm lang. Diese Differenz ist statistisch deutlich signifikant ($p \leq 0,005$).

Danach ist bei einem stark ausgebildeten linken umschlingenden Ast im Durchschnitt der linke Hauptstamm relativ kurz. Diesem Befund kommt eine Bedeutung für die künstliche Perfusion der Coronararterien bei Klappenoperationen zu.

5. LITERATURANGABEN

5.1. Zum Thema der coronarsklerotischen Läsionen

- 5.1.1. AMON, H.: Untersuchungen an 100 Coronarsklerotikerherzen über Lokalisation und Ausprägung der sklerotischen Arterienveränderungen.
Verh.Dtsch.Ges.Path. 42. Tagg.,
131-138 (1958)
2. AVTANDILOV, G.G. et.al. Smoking an the degree of sclerotic lesions of the coronary and aortic vessels
Kardiologija 5 : 30 - 4 (1965)
3. BARMEYER, J. Lokalisation und Verteilung der Koronarsklerose bei 112 Herzen
Thoraxchirurgie 19: 137-41 (1971)
4. BAROLDI, G. Coronary heart disease: Significance of the morphologic lesions
American heart journal, 85 : 1-5
(1973)
5. BAROLDI, G. Distribution of arterio - atherosclerotic obstructive lesions in coronary arteries
Vascular surgery 8 :53-9 (1974)
6. BÄURLE, W. Die Coronarsklerose bei Hypertonie
Beitr.path.Anat. 111 : 108-24 (1950)
7. BERGER, R.L. u. STARY, H.C. Anatomic assessment of operability by the saphenous-vein bypass operation in coronary artery disease
New England Journal of Medicin :
248 - 52 (1971)

8. BLUMGART, H.L. u. ZOLL, P.M. Clinical pathologic correlations in coronary artery disease
Circulation 47: 1139-44 (1973)
9. LE CAPON, J. Essai de correlations anatomo-pathologiques de l'atherosclerose coronarienne et des ses consequences
PONCHON, Y.
CHELLOUL, N.
ROUJEAU, N.
Sem.Hop.Paris 45: 3040-47 (1969)
10. GRONDIN, C.M. Discrepancies between cineangiographic and postmortem findings in patients with coronary artery disease and recent myocardial revascularisation
et.al.
Circulation 49 : 703-8 (1974)
11. HALLERMANN, W. Über die typische Lokalisation der Coronarthrombose bei tödlichem Herzinfarkt
Deutsche Zeitschrift für gerichtliche Medizin 52: 393-98 (1962)
12. HALPERT, B. Occlusion of a coronary artery. A study of one hundred ninety-five cases
ERICKSON, E.E.
GYORKEY, F.
Arch.Pathol. 62: 391-98 (1956)
13. HIERONYMI, G. Über den altersbedingten Formwandel elastischer und muskulärer Arterien
Sitzungsberichte der Heidelberger Akademie der Wissenschaften 3: 219-348(1956)
14. HORT, W. Die Risikofaktoren der koronaren Herzkrankheit aus pathologische-anatomischer Sicht
NAUTH, H.F.
noch nicht veröffentlicht

15. KURLAND, G.S. The Relation between the lokation
WEINGARTEN, Ch. of Coronary occlusions and the
PITT, B. occurence of shock in acute myocar-
 dial infarction
 Circulation 31: 646-50 (1965)

16. LIEBEGOTT, G. Die Gefäßveränderungen beim Hochdruck
 Hochdruckforschung: 102-13 (1965)

17. LIEBEGOTT, G. Vergleichende angiographische und
 histotopographische Untersuchungen am
 Koronarsystem des Hypertonikers
 Herzinsuffizienz, Hämodynamik und
 Stoffwechsel: 346-54 (1963)

18. LIEBEGOTT, G. Hochdruck und Koronarsklerose
 Das chronisch kranke Herz: 15-22
 (1972)

19. LIEBEGOTT, G. Aktuelle morphologische Probleme
 bei Hypertonie
 Therapeutische Berichte 36: 5-10
 (1964)

20. MITCHELL, I.R.A. The distribution of arterial plaques
 Angiology 17: 69-71 (1966)

21. MITCHELL, I.R.A. The distribution and prevalence of
SCHWARTZ coronary stenosis and occlusion in:
 Coronary disease 9: 178-91 (1965)

22. MONTENEGRO, M.R. Topography of atherosclerosis in the
EGGEN, D.A. coronary arteries
 Lab.Invest 18: 126-33 (1968)

23. PITT, B., Location of coronary arterial occlu-
ZOLL, P.M. sions and their relation to arterial
BLUMGART, H.L. pattern.
FREIMANN, D.G. Circulation 28: 35-41 (1963)
24. PROUDFIT, W.L. Distribution of arterial lesions
SHIREY, E.K. demonstrated by selective cinecoro-
SONES, F.M. nary arteriography
Circulation 36: 54-62 (1967)
25. RASSON, G. Le role de l'hypertension arterielle
VAN DER STRAETEN, dans la pathologie coronarienne
P. Acta cardiol.BruX. 24: 83-97 (1969)
26. RISSANEN, V. Cigarette smoking in relation to
PYORÄLÄ, K. coronary and aortic atherosclerosis
HEINONEN, O.P. Acta path.microbiol.scand. 80 A:
491-500 (1972)
27. RODRIGUEZ, F.L. Postmortem angiographic studies on
ROBBINS, S.L. the coronary arterial circulation. In-
BANASIEWICZ, M. cidence and topography of occlusive
coronary lesions; Relation to anatomic
pattern of large coronary arteries.
Amercan Heart Journal 68: 490-99 (1964)
28. RUSHNER, R.F. Structure and function of the cardio-
vascular system
Organ Physiology
W.B. Saunders Company, Philadelphia,
London, Toronto (1972)
29. SCHIMKAT, E. Vergleichende Untersuchungen über die
KATHKE, N. Coronar- und Cerebralsklerose bei Hy-
pertonie
Beitr.pathl.Anat. 120: 26 (1959)

30. SCHLESINGER, M.J. The conus artery: A third coronary artery
ZOLL, P.M. American Heart Journal 38: 823-836 (1949)
31. SCHLESINGER, M.J. Incidence and localisation of coronary artery occlusions
ZOLL, P.M. Arch.Pathol. 32: 178-88 (1941)
32. STOLTE, M. Morpholog. Analyse der Koronar-chirurgie
Verlag Gerhard Witzstrock GmbH, Baden-Baden, Brüssel (1975)
33. TAKEUCHI, J. et. al. The quantitative appraisal of coronary vascular lesions in experimental hypertension and hypercholesterolemia with special reference to intramural arteriosclerosis
Japan Heart Journal 9: 473-86 (1968)
34. VLODAVER, Z. Pathology of coronary atherosclerosis
EDWARDS, J.E. Progress in cardiovascular disease 14: 256-74 (1974)
35. VLODAVER, Z. Correlation of the antemortem coronary arteriogram and the postmortem specimen
FRECH, R. VAN TASSEL, R.A. EDWARDS, J.E. Circulation 47: 162-69 (1973)
36. WEGENER, K. et.al. Morphometrische Untersuchungen zur Koronarsklerose. Statistische Untersuchungen zum Einfluß von Diabetes mellitus, Hypertonus und anderen Teil-faktoren auf die Koronarsklerose mittels Varianzanalyse
Virchows Archiv f.Pathol.Anat. 356: 76-88 (1972)

37. WOLKOFF, K. Über die Atherosklerose der Coronar-
arterien des Herzens
Beitr. z.Pathol.Anat. 82: 555-96 (1929)
38. ZOLL, P.M. Clinical pathologic correlations in
coronary artery disease
Circulation 47: 1139-43 (1973)

5.2. Zum Thema: Länge des linken Hauptstammes

- 5.2.1. BANCHI, A. Morfologia delle arteriae coronariae
cordis
Archivo italiano di anatomia e di
embriologia 3: 87-164 (1904)
2. FOX, Ch. Length of the left main artery
DAVIES, M.J. British Heart Journal 35: 796-98 (1973)
WEBB-PEPLOE, M.M.
3. GREEN, C.E. The length of the left main coronary
BERNSTEIN, St. artery
REPPERT, H.E. Surgery 62: 1021-24 (1967)
4. HELWING, E. Untersuchung über die Variabilität der
Länge der Arteria coronaria sinistra
Thoraxchirurgie 15: 218-20 (1967)
5. HORT, W. Koronarversorgungstypen des mensch-
KALBFLEISCH, H. lichen Herzens
Herz/Kreislauf 7, 8: 385-91 (1975)
6. JAMES, Th.N. The main left coronary artery and its
bifurcation in: Anatomy of the coro-
nary arteries 3: 12-14 (1961)
Harper and Row, Publishers, Hager-
stown, Maryland

7. KRONZON, I. Length of the left main artery. Its
DEUTSCH, P. relation to the pattern of coronary
GLASSMAN, E. arterial distribution
American Journal of Cardiology
34: 787-89 (1974)

Mein Name ist Rainer G.H. Moosdorf. Ich wurde als Sohn des Bankangestellten Otto Moosdorf und seiner Frau Hanna, geb. Most, am 26.3.1952 in Kassel geboren. Dort besuchte ich von 1958-62 die Volksschule und anschließend die Albert-Schweitzer-Schule, Gymnasium für Jungen, wo ich am 16.6.1970 die Reifeprüfung ablegte.

Ich bin seit dem Wintersemester 1970/71 an der Philipps-Universität Marburg für Zahnheilkunde eingeschrieben, zum Wintersemester 71/72 erfolgte die Zweiteinschreibung für Humanmedizin. Nach dem Sommersemester 1971 legte ich die naturwissenschaftliche Vorprüfung im Fach Zahnheilkunde, nach dem WS 71/72 mit der Ergänzungsprüfung in Botanik im Fach Medizin ab. Nach dem Wintersemester 72/73 folgte die ärztliche und zahnärztliche Vorprüfung, ebenfalls an der Universität Marburg, wo ich auch das klinische Studium beider Fächer fortsetzte. Seit dem WS 74/75 studiere ich nur noch Medizin und habe das Studium der Zahnheilkunde nach dem 8. Semester unterbrochen, um es nach Beendigung der medizinischen Ausbildung fortzusetzen. Seit November 1974 bin ich Doktorand am Pathologischen Institut der Universität bei Prof.Dr. W. Hort. Im August 1976 legte ich das medizinische Staatsexamen an der Universität Marburg ab.

Meine akademischen Lehrer waren die Herren Professoren:

Amon, Arndt, Aurich, Aziz, Baltzer, Braasch, Buchholz,
Castenholz, Daume, Dehnicke, Dimroth, Dittrich, Eschenbach,
Exner, Friederich, Ganz, Gerdes, Golenhofen, Grundner,
Habermehl, Haberich, Hamelmann, Hardewig, Heene, Hensel,
Hering, Hess, Hildebrandt, Hort, Huch, Jacob, Joseph,
Kaffarnik, Kalbfleisch, Karlson, Klaus, Kleinsasser,
Koecke, Koransky, Kuni, Lange, Lauer, Lütcke, Mannheim,
Maroske, Martini, Massarrat, Niemeyer, Nultsch, Petry,
Portig, Pots, Riecken, Rohen, Rodeck, Schachtschabel,
Schaumlöffel, Schiff, Schleyer, Schmitz-Moormann,
Schneider, Sekeris, Siegert, Straub, Stutte, Welge-Lüßen,
Wesemann, Wiegandt, Willenbockel.

